জৈব রসায়ন

পি. বি. সরকার, ডি. এস-সি., এফ. এন. আই.

সায়েন্স বুক এজেন্সী
পি. ১৩৩ বি. লেক টেরেস্
কলিকাতা ৭০০০২৯

প্রকাশক
ডঃ পি. বি. সরকার ট্রাস্ট
পি. ১৩৩ বি. লেক টেরেস্
কলিকাতা ৭০০০২৯

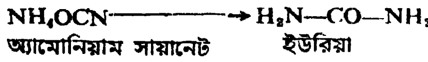
দ্বিতীয় সংস্করণ: নভেম্বর, ১৯৫৭

মুদ্রক
এস্. এ্যান্টনী এণ্ড কোং প্রাইভেট লিঃ
৯১, আচার্য্য প্রফুল্লচন্দ্র রোড
কলিকাতা-৭০০০০৯

সূচিপত্র

প্রথম অধ্যায়

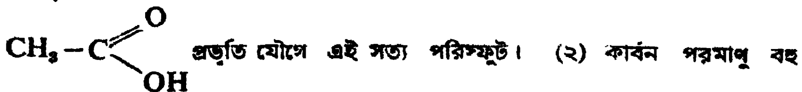
আদিম কালে ধরাপৃষ্ঠে জীবের আবির্ভাবের সঙ্গে জৈব পদার্থের উৎপত্তি। প্রোটিন জীবকোষের এবং সেলুলোজ উদ্ভিদকোষের প্রধান উপাদান; উভয়েই জৈব পদার্থ। সভ্য সমাজে অতি প্রাচীন কাল হইতে বার্লি, গম, চাউল, চিনি, তৈল, চর্বি, ভিনিগার, মদ্য প্রভৃতি জৈব বস্তু খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হইয়া আসিয়াছে; কিন্তু ইহাদের রাসায়নিক প্রকৃতি সুদীর্ঘকাল অজ্ঞাত ছিল। বিজ্ঞান হিসাবে জৈব রসায়নের বিকাশ ও প্রতিষ্ঠা লাভ ঘটে ঊনবিংশ শতাব্দীতে। ইতঃপূর্বে বিজ্ঞানীরা প্রধানতঃ অজৈব রসায়ন লইয়া ব্যস্ত ছিলেন। তাঁহাদের এই বদ্ধমূল ধারণা ছিল যে প্রাণশক্তি (vital force) ব্যতীত জৈব পদার্থ সৃজন অসম্ভব; পরীক্ষাগারে ইহা প্রস্তুত করা মানুষের সাধ্যাতীত। এই ভুল ধারণার অবসান হয় ১৮২৮ খ্রীষ্টাব্দে যখন জার্মান রাসায়নিক ফ্রেডারিক ভোলার অজৈব অ্যামোনিয়াম সায়ানেটের জলীয় দ্রবণ ঘনীভূত করিতে যাইয়া লক্ষ্য করিলেন পরমাণুর পুনর্বিন্যাসের ফলে জৈব ইউরিয়া উৎপন্ন হইয়াছে। প্রতিদিন প্রায় ৩০ গ্রাম ইউরিয়া আমাদের মূত্রের সহিত নির্গত হয়।



$$NH_4OCN \longrightarrow H_2N{-}CO{-}NH_2$$

অ্যামোনিয়াম সায়ানেট ইউরিয়া

অতঃপর অনেক জৈব যৌগ পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হইল এবং শীঘ্রই সন্দেহাতীতরূপে প্রমাণিত হইল যে জৈব ও অজৈব পদার্থের মধ্যে মূলতঃ কোন পার্থক্য নাই; উভয়ে একই প্রাকৃতিক নিয়মের অধীন। ১৭৮৪ খ্রীষ্টাব্দে ফরাসী বিজ্ঞানী লাভোয়াসিয়ে বহু জৈব পদার্থ দহনপদ্ধতিতে বিশ্লেষণ করিয়া দেখাইলেন সকল জৈব যৌগের সাধারণ উপাদান কার্বন। 'জীব ও উদ্ভিদ জগত হইতে প্রাপ্ত বস্তু জৈব পদার্থ'---এই ছিল প্রাচীন ধারণা। জৈব রসায়নের নূতন সংজ্ঞা হইল---কার্বন-ঘটিত যৌগসমূহের রসায়ন। কার্বন মনো-অক্সাইড, কার্বন ডাইঅক্সাইড, ধাতব কার্বনেট ও কার্বনিল, সায়ানাইড প্রভৃতি সুবিধার জন্য অজৈব রসায়ন শাখার অন্তর্ভুক্ত করা হইয়াছে। প্রকৃতপক্ষে আধুনিক বিজ্ঞান হিসাবে জৈব রসায়নের অগ্রগতি শুরু হয় ১৮৫৭ খ্রীষ্টাব্দে। এই বৎসর জার্মান রাসায়নিক কেকুলে ঘোষণা করেন: (১) কার্বনের যোজ্যতা (valency) চার, অর্থাৎ এক পরমাণু কার্বন চার পরমাণু হাইড্রোজেনের সহিত যুক্ত হইতে পারে যেমন হইয়াছে মিথেনে, CH_4, অথবা কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে, CCl_4. কার্বন ডাইঅক্সাইড, $O{=}C{=}O$, হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড, $H{-}C{\equiv}N$, মিথাইল অ্যালকোহল, $H_3C{-}O{-}H$, অ্যাসিটিক অ্যাসিড,



$CH_3-C(=O)OH$ প্রভৃতি যৌগে এই সত্য পরিস্ফুট। (২) কার্বন পরমাণু বহু কার্বন পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হইয়া সুদীর্ঘ কার্বন-শৃংখল গঠন এবং অপর মৌলের সহিত মিলনে বিবিধ জৈব যৌগ উৎপাদন করিতে পারে। ভোলার ও কেকুলের

আবিষ্কারের পর (১৮৬৫ খ্রীস্টাব্দে কেকুলে যুগান্তকারী বেনজিনের আণবিক গঠন প্রকাশ করেন) জৈব রসায়নের আশাতীত প্রসার ঘটে। ১৮৮৩ খ্রীস্টাব্দে জৈব যৌগের সংখ্যা ছিল প্রায় ২০,০০০; ১৯১২ সনে ইহা হয় ১,৪৪,১৫০। আজ দশ লক্ষাধিক জৈব যৌগের সহিত রাসায়নিকগণ অল্পাধিক পরিচিত। ইহার প্রায় ৯০% কৃত্রিম। পক্ষান্তরে অজৈব যৌগের সংখ্যা প্রায় ৭৫,০০০ মাত্র। জৈব ও অজৈব পদার্থের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে। জৈব রসায়নকে রসায়নশাস্ত্রের পৃথক শাখা হিসাবে গণ্য করার ইহা একটি কারণ।

সাধারণ বৈশিষ্ট্য

	জৈব পদার্থ	অজৈব পদার্থ
(১) মৌল উপাদান :	প্রধানতঃ C, H, O, N ও S	সমুদয় (১০৩) মৌল
(২) যোজ্যতা :	সমযোজী (covalent)	আয়নিক (ionic)
(৩) তড়িৎপ্রবাহের ক্রিয়া	তড়িৎ-বিশ্লেষ্য নয় (non-electrolytes)	তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (electrolytes)
(৪) দ্রাব্যতা :	জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়; জলে সাধারণতঃ অদ্রবণীয়	জলে দ্রবণীয়, জৈব দ্রাবকে সাধারণতঃ অদ্রবণীয়
(৫) গলনাংক ও স্ফুটনাংক :	অনধিক 300°	700°-এর অধিক
(৬) উদ্বায়িতা :	উদ্বায়ী (volatile)	অনুদ্বায়ী (non-volatile)
(৭) দাহ্যতা :	দাহ্য	
(৮) বিক্রিয়া :	ধরন: অনায়নীয় (non-ionic)	আয়নীয় (ionic)
	গতি: মন্থর	দ্রুত
	উৎপাদনের পরিমাণ: হিসাবের চেয়ে কম	হিসাবের সম
(৯) সমাবয়বতা : (isomerism)	ব্যাপক	সীমিত
(১০) সমগণীয়তা : (homology)	স্বাভাবিক	বিরল

এই সকল বৈষম্য মোটামুটি সত্য; ইহার অনেক ব্যতিক্রম আছে।

জৈব রসায়নের সহিত আমাদের সম্পর্ক অতি নিকট; আমাদের খাদ্যবস্তুর অধিকাংশ জৈব যৌগ যথা ভাত, রুটী, চিনি, দুধ, মাছ, মাংস, ডিম, ফল, শাক-সবজী প্রভৃতি। হাড় ও জল ব্যতীত জীবদেহের প্রায় সমুদয় অংশ জৈব। আমাদের পোষাক-পরিচ্ছদ সেলুলোজ (তুলা), পশম ও রেশম হইতে প্রস্তুত। নাইলন, রেয়ন, টেরিলিন প্রভৃতি

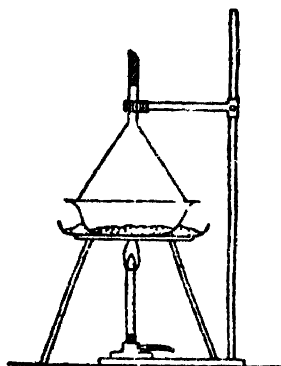
কৃত্রিম আঁশও জৈব পদার্থ। সভ্যতা, শিক্ষা ও সংস্কৃতির বাহন কাগজও তাহাই। কৃত্রিম প্লাস্টিক যথা ব্যাকেলাইট, পলিথিন, কৃত্রিম রবার, যাবতীয় রঞ্জনদ্রব্য, অধিকাংশ ঔষধ, পেট্রোলিয়াম ও পেট্রোলিয়ামজাত সমুদয় রাসায়নিক দ্রব্য জৈব পদার্থ।

শোধন প্রণালী : জৈব রসায়ন বিজ্ঞানের মূল ভিত্তি জৈব যৌগের আণবিক গঠন (molecular structure). তাহা নির্ধারণের প্রথম পদক্ষেপ যৌগের বিশুদ্ধিকরণ। কৃত্রিম কিংবা প্রকৃতিজাত জৈব যৌগ সাধারণতঃ অল্প বিস্তর অপর জৈব বা অজৈব যৌগের সহিত মিশ্রিত থাকে। ইহাদের নিজস্ব বৈশিষ্ট্যের উপর শোধন প্রণালী নির্ভর করে। অতএব বিভিন্ন ধরনের জৈব যৌগের বিশুদ্ধিকরণ পদ্ধতিও বিভিন্ন। পরীক্ষাগারে সাধারণতঃ অনুসৃত শোধন প্রণালীর সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেওয়া হইল।

কেলাসন (crystallisation) : যে কোন জৈব যৌগের স্ফটিক সাধারণতঃ কেবল ইহার বিশুদ্ধ অণুবিন্যাসে গঠিত। সংকর স্ফটিকের উদাহরণ অতি বিরল। কাজেই কঠিন আকারের জৈব যৌগ (ইহাদের অধিকাংশ স্ফটিকাকার) বিশুদ্ধিকরণের শ্রেষ্ঠ উপায় কেলাসন। কোন দ্রাবকে কাম্য ও অবাঞ্ছিত যৌগের মাত্র একটি দ্রবণীয় হইলে, কিংবা একের তুলনায় অপরটি কম দ্রবণীয় হইলে কেলাসন পদ্ধতিতে ইহাদিগকে পৃথক করা যায়। যোগ্য দ্রাবক পরীক্ষা দ্বারা বাছাই করিতে হয়। তরল দ্রাবকের স্ফুটনাংকে (at boiling temperature) মিশ্রণের কাম্য উপাদানের সংপৃক্ত দ্রবণ (saturated solution) প্রস্তুত করিয়া পরিস্রুত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে উহার স্ফটিক দেখা দেয়। দ্রবণে কাম্য দ্রব্যের তুলনায় অকাম্যের পরিমাণ অনেক কম থাকে, কাজেই ইহা অসংপৃক্ত অবস্থায় দ্রবীভূত থাকে। প্রথম কেলাসনে বিশুদ্ধ যৌগ না পাওয়াই স্বাভাবিক; দ্বিতীয় বারে (প্রয়োজন হইলে পুনরায়) কেলাসন করিলে ইহা পাওয়া যায়। পর পর দুই বার কেলাসনে একই গলনাংকের (melting point) স্ফটিক পাইলে বুঝিতে হইবে ইহা বিশুদ্ধ। পুরাপুরি বিশুদ্ধ না হইলে গলনাংক বিভিন্ন হইবে। সাধারণতঃ ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার, অ্যাসিটোন, বেনজিন, অ্যাসিটিক অ্যাসিড, পেট্রোলিয়াম ইথার, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, ক্লোরোফরম প্রভৃতি জৈব দ্রাবক কেলাসনে ব্যবহৃত হয়; কোন কোন ক্ষেত্রে জল, যেমন চিনির কারখানায় ইক্ষুরস নিম্ন বায়ুচাপে ঘনীভূত করিয়া স্ফটিকাকার চিনি তৈয়ার হয়। মিশ্র দ্রাবক একক দ্রাবক অপেক্ষা অধিকতর কার্যকরী হইতে পারে, কৃষিজাত দ্রব্য হইতে তৈল নিষ্কাশনে পরীক্ষাগারে অ্যালকোহল ও বেনজিনের মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়। অনুপাত ও দ্রাব্যতা কাছাকাছি হইলেও দুইটি যৌগ বার বার আংশিক কেলাসন (fractional crystallisation) করিয়া পৃথক করা চলে।

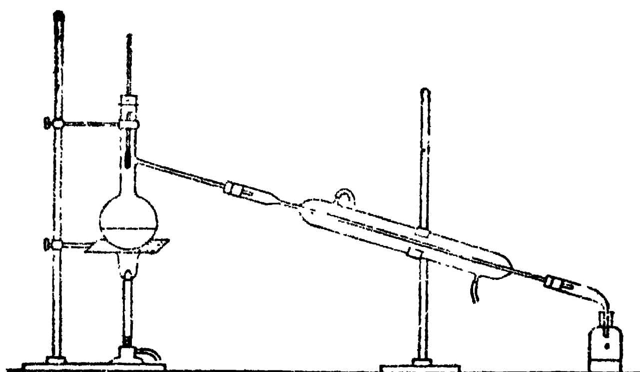
ঊর্ধ্বপাতন (sublimation) : সাধারণতঃ উত্তাপে কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয়; অত্যধিক উত্তাপে তরল বায়বীয় আকার ধারণ করে। কিন্তু কোন কোন কঠিন যৌগ (ইহাদের বাষ্প-চাপ, vapour pressure, অধিক) উত্তাপে সরাসরি বাষ্প হইয়া যায়, ঠাণ্ডা করিলে আবার কঠিন আকারে ফিরিয়া আসে। ইহার নাম ঊর্ধ্ব-

পাতন। অনুদ্বায়ী (non-volatile) পদার্থ হইতে এই ভাবে ইহাদিগকে সহজে পৃথক করা চলে। কর্পূর, ন্যাপথালিন, বেনজোয়িক অ্যাসিড প্রভৃতি ঊর্ধ্বপাতন দ্বারা শোধন করা হয়। এই প্রণালী দ্রুত এবং সহজ; ইহা ব্যয়সাপেক্ষও নয়। কিন্তু ইহার প্রয়োগ সীমিত। পোরসিলেন খর্পরে (porcelain basin) নমুনা লইয়া তাহার উপর ফানেল রাখিয়া উহার নলের মুখ তুলা দিয়া বন্ধ করা হয়। বুনসেন দীপে খর্পর উত্তপ্ত করিলে উৎক্ষিপ্ত পদার্থ ফানেলের গায়ে জমিতে থাকে (১নং চিত্র)। কোন কোন পদার্থ বায়ুর স্বাভাবিক চাপে উত্তপ্ত হইলে আংশিক বিয়োজিত হয়, যেমন নীল। নিম্নচাপে ঊর্ধ্বপাতন করিয়া ইহাদিগকে শোধন করা চলে।



১নং চিত্র। ঊর্ধ্বপাতন।

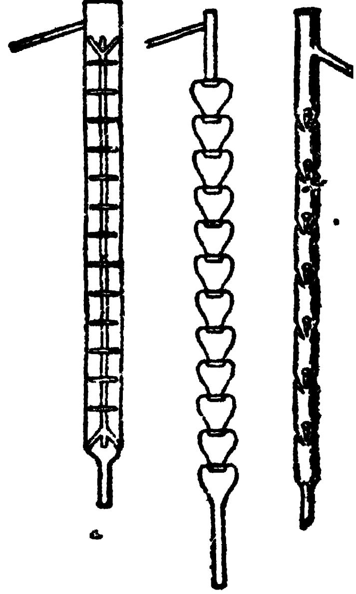
পাতন (distillation): কঠিন হইতে তরল পদার্থ, এবং উচ্চ স্ফুটনাংকের তরল হইতে নিম্ন স্ফুটনাংকের তরল পৃথক করিবার সহজ উপায় পাতন। পাতন কূপীতে (distilling flask) মিশ্রণ লইয়া উহার মুখে থার্মোমিটার ও ছিপি আঁটিয়া দেওয়া হয়। কূপীর নির্গম নলের সহিত কনডেনসার ও তাহার সহিত অ্যাডাপটার জুড়িয়া গরম করিলে বোতলে পাতিত তরল জমিতে থাকে। তাপে তরল পদার্থ বাষ্প হয় এবং কনডেনসারের



২নং চিত্র। পাতন।

শীতল নলের ভিতর দিয়া যাইবার পথে পুনরায় তরল হয় (২নং চিত্র)। বায়ুমণ্ডলের স্থির চাপে তরল পদার্থ নিজ স্ফুটনাংকে ফুটিতে থাকে। দুই বা ততোধিক তরলের মিশ্রণ হইতে অধিকতম উদ্বায়ী তরল প্রথম নিষ্ক্রান্ত হয়। ইহার সহিত কিছু কম উদ্বায়ী তরলের বাষ্প মিশ্রিত থাকে কিন্তু তাহা কনডেনসারের মুখ পর্যন্ত পৌঁছিবার

আগেই তরল আকারে কূপীতে ফিরিয়া যায়। দুইয়ের স্ফুটনাংকের ব্যবধান যথেষ্ট হইলে পাতন দ্বারা তাহাদিগকে পৃথক করা যায়। দ্বিতীয় বার পাতন করিলে বিশুদ্ধ তরল পাওয়া যায়। পাতনকালে ইহার স্ফুটনাংক প্রায়শঃ 1° ডিগ্রীর মধ্যে থাকে। স্ফুটনাংকের ব্যবধান সামান্য হইলে আংশিক পাতন করা হয়। এজন্য খাড়া আংশিক পাতন স্তম্ভ (fractionating column) দরকার (৩নং চিত্র)। ইহার নির্গম নলের সহিত সাধারণ কনডেনসার যুক্ত থাকে। ঊর্ধ্বগামী বাষ্পে অধিকতর উদ্বায়ী (অর্থাৎ নিম্ন স্ফুটনাংক-বিশিষ্ট) তরলের বাষ্প পরিমাণে বেশী থাকে। মিশ্রণ উপরে উঠিতে উঠিতে শীতল হয় এবং কম উদ্বায়ী বাষ্প তরল আকারে নিচে পড়িতে থাকে। কনডেনসারের মুখ পর্যন্ত পৌঁছিবার আগেই ইহার অধিকাংশ পুনরায় তরল হইয়া কূপীতে ফিরিয়া আসে। দ্বিতীয় আংশিক পাতনে বিশুদ্ধ তরল পদার্থ পাওয়া সম্ভব। কারখানায় বহুবিধ তরল এই ভাবে শোধিত হয়; যথা নাইট্রোবেনজিন (স্ফুটনাংক 209°) অবিকৃত বেনজিন (স্ফুটনাংক 80°) হইতে এবং শোধিত অ্যালকোহল জলীয় অ্যালকোহল হইতে। স্বাভাবিক বায়ুচাপে কোন কোন তরল স্ফুটনাংকে পৌঁছিবার আগেই আংশিক বিয়োজিত হয়। নিম্নতর চাপে (ইহারা তখন নিম্নতর তাপাংকে ফুটিতে থাকে) পাতন করিলে ইহারা অবিকৃত থাকে। ইহার নাম অনুপ্রেষ পাতন (distillation under reduced pressure)।

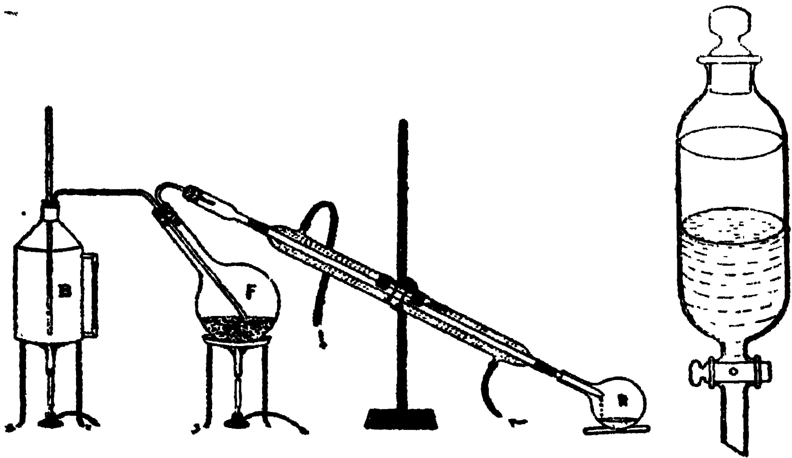


৩নং চিত্র। আংশিক পাতন স্তম্ভ।

দুই বা ততোধিক তরলের মিশ্রণ নির্দিষ্ট স্ফুটনাংকে ফুটিতে পারে যদি উপাদানের অনুপাত যথাযথ হয়; ইহাকে অ্যাজিওট্রোপ (azeotrope) বলে; সুতরাং কোনও তরলের স্ফুটনাংক স্থির হইলেই তাহা বিশুদ্ধ প্রমাণিত হয় না। তবে অ্যাজিওট্রোপের সংখ্যা অতি নগণ্য। 95·6% ইথাইল অ্যালকোহল (স্ফুটনাংক 78°) ও 4·4% জলের (স্ফুটনাংক 100°) মিশ্রণ (স্ফুটনাংক 78.5°) শোধিত অ্যালকোহল (rectified spirit) নামে পরিচিত। এই অনুপাত আংশিক পাতনে পরিবর্তন করা সম্ভব নয়।

স্টীম পাতন (steam distillation) : যে তাপাংকে তরল পদার্থের নিজ বাষ্পীয় চাপ উপরিস্থিত বায়ুমণ্ডলের চাপের সমান, উহাই ইহার স্ফুটনাংক। জলে অদ্রবণীয়

কিংবা স্বল্প দ্রবণীয় কোন পদার্থের (কঠিন বা তরল) স্ফুটনাংক 100° তাপাংকের অনেক বেশী এবং 100° তাপাংকে ইহার বাষ্পীয় চাপ যথেষ্ট হইলে, স্টীম পাতনে তাহা শোধন করা চলে। 100° তাপাংকের নিচেই জৈব পদার্থ ও জলের মিলিত বাষ্পীয় চাপ বায়ুমণ্ডলের চাপ ছাড়াইয়া যায়। অতএব ইহা জলের সঙ্গে ফুটিতে থাকে এবং স্টীমের সহিত বাষ্পাকারে নিষ্ক্রান্ত হয়। স্ফুটনাংকে কিংবা কাছাকাছি তাপাংকে বিয়োজিত হইলে, স্টীমে উদ্বায়ী পদার্থ এই ভাবে শোধন করা চলে। বায়ুমণ্ডলের চাপে (760 মিলিমিটার) অ্যানিলিন (স্ফুটনাংক 184°) এবং জলের (স্ফুটনাংক 100°) মিশ্রণ 98° তাপাংকে ফুটিতে থাকে। এই তাপাংকে অ্যানিলিনের নিজস্ব বাষ্পীয় চাপ

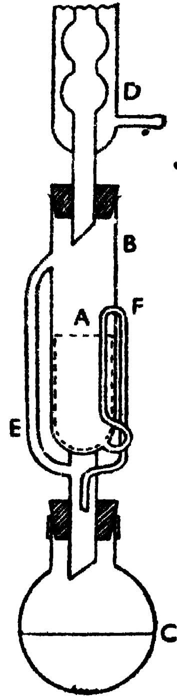


৪নং চিত্র। স্টীম পাতন। ৫নং চিত্র। বিয়োজী ফানেল।

53 মি.মি. এবং জলের 707 মি.মি. যদি 100° তাপাংকে জৈব পদার্থের বাষ্পীয় চাপ যথেষ্ট না হয়, উচ্চ চাপবিশিষ্ট স্টীমে (অতি তপ্ত, superheated steam) ইহা ফুটিতে পারে। ফুল হইতে গোলাপের নির্যাস এবং পাতা হইতে ইউকেলিপ্টাস তৈল এই পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত হয়।

দ্রাবক দ্বারা নিষ্কাশন (extraction with solvent) : কোন দ্রাবকে মিশ্রণের একটি দ্রবণীয় এবং অপরগুলি অদ্রবণীয় (বা প্রায় অদ্রবণীয়) হইলে, দ্রাবক দ্বারা উহার নিষ্কাশন সহজে করা যায়। কঠিন পদার্থের জন্য সক্সলেট যন্ত্র (৬নং চিত্র) ব্যবহৃত হয়। কাঁচ কূপী (C) হইতে দ্রাবকের বাষ্প বেলন আকারের নিষ্কাশকে (B) পার্শ্ববর্তী নল (E) দিয়া প্রবেশ করে। ঊর্ধ্বগামী বাষ্পের অধিকাংশ শীতল কনডেনসারে (D) প্রবেশ করিবামাত্র তরল হয় এবং শক্ত ফিলটার কাগজের চুঙ্গীতে (A) অবস্থিত মিশ্রণের উপর ফোঁটা ফোঁটা পড়িতে থাকে। কাম্য দ্রব্য এই ভাবে আংশিক দ্রবীভূত হয়; দ্রবণ সাইফনের (F) লেভেল অতিক্রম করিবামাত্র সরু নল দিয়া কাঁচ কূপীতে প্রবেশ করে।

বিশুদ্ধ দ্রাবক আবার যথারীতি বাষ্পাকারে উপরে উঠে; অনুযায়ী দ্রাব (solute) কুপীতে পড়িয়া থাকে। এই রকম কয়েক বার করিলে মিশ্রণের দ্রবণীয় উপাদান দ্রাবকে চলিয়া আসে। পাতিত দ্রাবক পুনরায় ব্যবহার করা চলে। পাতন কুপীতে দ্রবণীয় উপাদান পড়িয়া থাকে। শিল্পে বেনজিন অথবা কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্বারা এই ভাবে গুঁড়া বীজ হইতে সরিষা ও রেড়ীর তৈল নিষ্কাশিত হয়। তরল মিশ্রণ হইতে দ্রবণীয় একটি উপাদান নিষ্কাশনের জন্য বিয়োজী ফানেল (separating funnel) (৫নং চিত্র) ব্যবহৃত হয়। মিশ্রণ ও দ্রাবক ছিপি আঁটিয়া কিছুক্ষণ ঝাঁকিলে দ্রবণ ও তরল মিশ্রণ দুই স্তরে বিভক্ত হয়। ছিপি ও স্টপ কক খুলিয়া ইহাদিগকে পৃথক করা চলে। অবশিষ্ট তরল মিশ্রণের সহিত আরও দ্রাবক যোগ করিয়া এই ভাবে কয়েক বার করিলে দ্রবণীয় উপাদান দ্রাবকে চলিয়া আসে। জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল হইতে বেনজিন দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল এই ভাবে উদ্ধার করা যায়। বেনজিনে জল অদ্রবণীয়, কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহল অতি দ্রবণীয়।



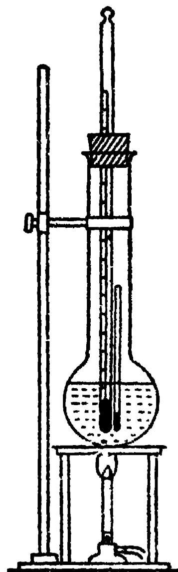
৬নং চিত্র। সক্সলেট যন্ত্র।

রাসায়নিক পদ্ধতি : অনেক কঠিন দ্রব্য সহজে স্ফটিক গঠন করে না; অনেক তরল যৌগ পাতন দ্বারা শোধন করা যায় না। উপযুক্ত যৌগের সহিত বিক্রিয়ায় নূতন স্ফটিকাকার যৌগ পাওয়া যায়; শোধন সহজ হয়। ইহাকে বিয়োজিত করিলে বিশুদ্ধ মূল যৌগ পাওয়া যায়। দৃষ্টান্ত: অ্যাসিট্যালডিহাইডের শোধন। ইহা উদ্বায়ী তরল (স্ফুটনাংক 21°), আমাদের দেশে বাষ্পীয় বলা চলে। ইহার সহিত সোডিয়াম বাইসালফাইটের সংপৃক্ত জলীয় দ্রবণ মিশাইয়া ঝাঁকাইলে কেলাসিত বাইসালফাইট যৌগ উৎপন্ন হয়। ইহা জলে দ্রবণীয় কিন্তু ইথারে অদ্রবণীয়। ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাতে যোগ করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়। অ্যানিলিন ক্ষারধর্মী তরল, কিন্তু অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড স্ফটিকাকার কঠিন। ইহা জলে দ্রবণীয় কিন্তু জৈব দ্রাবকে অদ্রবণীয়। অনেক আম্লিক যৌগ ক্ষারের সহিত বিক্রিয়ায় স্ফটিকাকার লবণ উৎপাদন করে। লবণ প্রস্তুত করিয়া উভয় জাতীয় যৌগ শোধন করা যায়। বিশুদ্ধ লবণ অম্ল কিংবা ক্ষার দ্বারা বিয়োজিত করিলে মূল কিংবা ক্ষার বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়।

বিশুদ্ধতার নির্দেশক (criterion of purity) : কঠিন পদার্থ বিশুদ্ধ হইলে নির্দিষ্ট তাপাংকে (1°-র ব্যবধানে) হঠাৎ গলিয়া যায়। কিন্তু অশুদ্ধ হইলে ধীরে ধীরে বিস্তীর্ণ ব্যবধানে গলে। স্বল্প পরিমাণ মলিনতা থাকিলেও গলনাংক নিম্নগামী

হয়। সুতরাং কঠিন পদার্থের বিশুদ্ধতার নিশ্চিত নির্দেশক ইহার গলনাংক। পর পর দুইবার কেলাসনে একই গলনাংকের স্ফটিক পাওয়া গেলে বুঝিতে হইবে ইহা প্রকৃতই বিশুদ্ধ। সুনিশ্চিত হওয়ার জন্য মিশ্র গলনাংক (mixed melting point) নির্ধারণ করা হয়। কোন অজানা যৌগ ইউরিয়া (গলনাংক 133°) মনে হইলে ইহার সহিত সামান্য বিশুদ্ধ ইউরিয়া মিশাইবার পর গলনাংক 133°. হইলে উহা অবশ্যই ইউরিয়া। অভিন্ন গলনাংকের দুই বিভিন্ন যৌগের মিশ্রণও নিম্নতর তাপাংকে গলে। ইউরিয়া (গলনাংক 133°) ও সিনামিক অ্যাসিডের (গলনাংক 133°) মিশ্রণের গলনাংক 133°-র অনেক নিচে। মনে রাখিতে হইবে নির্দিষ্ট গলনাংকের যৌগমাত্রই বিশুদ্ধ না হইতে পারে, কারণ ইউটেকটিক মিশ্রণ (eutectic-mixture) নির্দিষ্ট তাপাংকে বিগলিত হয়; যথা বেনজোয়িক অ্যাসিড (গলনাংক 121°) ও সিনামিক অ্যাসিডের এইরূপ মিশ্রণ 82° তাপাংকে গলে। তবে ইহাদের সংখ্যা অতি বিরল; অনুপাতও যথাযথ হওয়া চাই।

বিশুদ্ধ তরল পদার্থ উত্তাপে নির্দিষ্ট তাপাংকে পৌঁছানোমাত্র হঠাৎ ফুটিতে আরম্ভ করে এবং বায়ুমণ্ডলের চাপ স্থির থাকিলে সেই তাপাংকে ফুটিতে থাকে যতক্ষণ না নিঃশেষিত হয়। অতএব কোন তরল বস্তুর বিশুদ্ধতার সঠিক পরিচায়ক ইহার স্থির স্ফুটনাংক। বিভিন্ন স্ফুটনাংকের দুই তরলের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে নিম্ন স্ফুটনাংকের তরল প্রথম ফুটিতে আরম্ভ করে; ইহা নিঃশেষিত হওয়ামাত্র তাপাংক দ্রুত বৃদ্ধি পাইতে থাকে। অতঃপর দ্বিতীয় যৌগ তাহার নিজ স্ফুটনাংকে ফুটিতে শুরু করে। একাধিক তরল পদার্থ অ্যাজিয়োট্রোপ গঠন করিতে পারে এবং এইরূপ মিশ্রণের স্ফুটনাংক সুনির্দিষ্ট। দৃষ্টান্ত: 95·6% ইথাইল অ্যালকোহল এবং 4·4% জল (মিশ্রণের স্ফুটনাংক 78.5°). ইহাদের সংখ্যাও নগণ্য।


৬কনং চিত্র। গলনাংক নির্ণয়।

গলনাংক নির্ণয়: নির্জল নমুনার মিহি চূর্ণ এক-মুখ-বন্ধ অতি সরু কাঁচনলে পুরিয়া উহা গ্লিসিরিন দিয়া তাপমান যন্ত্রের শেষ প্রান্তে পারদের পাশে আঁটিয়া দাও; কাঁচ কূপীর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে উহা আংশিক ডুবাও। প্রথমে দ্রুত ও পরে ধীরে কূপী গরম করিতে থাক (৬ক নং চিত্র)। কোন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নমুনাটি হঠাৎ গলিয়া যায়। ইহাই নমুনার গলনাংক। সুনিশ্চিত হইতে ইহা পুনরায় নির্ধারণ কর। দুই অংকের ব্যবধান 1° কিংবা কম হইবে যদি নমুনা বিশুদ্ধ হয়।

স্ফুটনাংক নির্ণয়: পাতন পদ্ধতির আয়োজনে (২নং চিত্র) তরল পদার্থের স্ফুটনাংক নির্ণয় করা চলে। কূপীতে কয়েক টুকরা অমসৃণ পোরসিলেন

থাকিলে সবটা তরল সমভাবে উত্তপ্ত হইবে এবং ফুটন্ত অবস্থায় লাফাইবে না। কোন নির্দিষ্ট তাপাংকে নমুনাটি ফুটিতে শুরু করে; বায়ুর চাপ অপরিবর্তিত থাকিলে এই অংকের বিশেষ হেরফের হয় না; ব্যবধান 1°র মধ্যে থাকে। ইহাই নমুনার স্ফুটনাংক। কোন কোন তরল স্বাভাবিক বায়ুচাপে স্ফুটনাংকে পৌঁছানোর আগেই আংশিক বিয়োজিত হয়। নিম্নতর চাপে ইহাদের স্ফুটনাংক নির্ধারণ করিতে হইবে।

প্রশ্নমালা

১। বিভিন্ন প্রকারের জৈব যৌগের শোধন প্রণালী উদাহরণসহ সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

২। আংশিক পাতন ও স্টীম পাতনের মূল তত্ত্ব আলোচনা কর।

৩। কোন কঠিন অথবা তরল জৈব যৌগ বিশুদ্ধ কিনা তাহা জানিবার সহজতম উপায় কি?

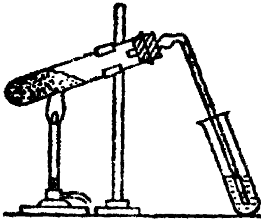
৪। কোন অজানা দ্রব্য বেনজোয়িক অ্যাসিড মনে হইলে কি ভাবে তাহা প্রমাণ করিবে?

দ্বিতীয় অধ্যায়

জৈব বিশ্লেষণ (organic analysis) ও তাহার প্রয়োগ

কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন—এই 'চার প্রধান' মৌলিক পদার্থ প্রায় সমুদয় জৈব যৌগের উপাদান। সালফার, হ্যালোজেন, ফসফরাস এবং কয়েকটি ধাতু কোন কোন যৌগে থাকে। আণবিক গঠন নির্ণয়ের জন্য যৌগের মৌলিক উপাদান এবং তাহাদের অনুপাত সর্বাগ্রে জানা আবশ্যক। এই তথ্য হইতে যৌগের আণবিক গুরুত্ব নির্ধারণ করা হয়।

আঙ্গিক বিশ্লেষণ (qualitative analysis): (১) কার্বন ও হাইড্রোজেন.—জৈব যৌগে কার্বনের উপস্থিতি প্রমাণ সাপেক্ষ নহে, জৈব রসায়নের সংজ্ঞায় ইহা স্বীকৃত। অজ্ঞাত পদার্থের শ্রেণী নির্ণয়ে কদাচিৎ এই বিশ্লেষণ আবশ্যক। টেস্ট-টিউবে নির্জল যৌগ ও কিউপ্রিক অক্সাইড কণিকা (1 : 20) লইয়া ইহার মুখে নির্গম-নল-যুক্ত ছিপি আঁটিয়া দাও। নলের অপর প্রান্ত স্বচ্ছ চুন-জলে ডুবাও (৭নং চিত্র)। টেস্ট-টিউব গরম কর; জৈব কার্বন কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং হাইড্রোজেন জলে জারিত হয়; কিউপ্রিক অক্সাইডের ভূমিকা জারকের। উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড চুন-জল ঘোলা করে এবং জল টেস্ট-টিউবের শীতল অংশে কুয়াশার আকারে দেখা দেয়। অনার্দ্র, সাদা কিউপ্রিক সালফেট এই কুয়াশায় নীল হয়। অনেক জৈব যৌগে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে অঙ্গারে পরিণত হয়, কেহ কেহ বায়ুতে পুড়িয়া ভুসা (soot) হয়। অজানা যৌগ জৈব কিনা ইহাতে বুঝা যায়।



৭নং চিত্র। কার্বন ও হাইড্রোজেনের সন্ধান।

(২) **নাইট্রোজেন** (লাসেন পদ্ধতি, Lassaigne test) : গলন নলে (fusion tube) নমুনার চূর্ণ ও এক টুকরা সোডিয়াম উত্তপ্ত করিলে লাল হয়। খলে পাতিত জলে উহা ডুবাইয়া মুষল দিয়া গুঁড়া করিলে উহা জলের সহিত মিশিয়া যায়। পরিস্রুত দ্রবণ ও সদ্য-প্রস্তুত ফেরাস সালফেট ফুটাইয়া যথেষ্ট হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে দ্রবণ আম্লিক হয়। উহাতে কয়েক ফোঁটা ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ দেখা দেয় কিংবা দ্রবণ নীল হয়। ইহা নাইট্রোজেনের উপস্থিতি প্রমাণ করে। প্রবল উত্তাপে জৈব কার্বন, নাইট্রোজেন ও সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। ফেরাস সালফেট ও কস্টিক সোডা ($Na + H_2O \rightarrow NaOH$) ফেরাস হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়। অতঃপর সোডিয়াম

সায়ানাইড ও ফেরাস হাইড্রক্সাইড সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড উৎপাদন করে। অবশেষে সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড ও ফেরিক ক্লোরাইড ফেরিক ফেরোসায়ানাইড বা প্রুশিয়ান নীলে রূপান্তরিত হয়।



$$6NaCN + Fe(OH)_2 \rightarrow Na_4Fe(CN)_6 + 2NaOH$$

সোডিয়াম সায়ানাইড সোডিয়াম ফেরোসায়ানাইড



$$4FeCl_3 + 3Na_4Fe(CN)_6 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12NaCl$$

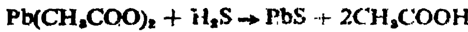
প্রুশিয়ান নীল

(৩) **সালফার :** যৌগের নমুনা ও ধাতব সোডিয়াম গলাইলে জৈব সালফার সোডিয়াম সালফাইডে পরিণত হয়। ইহা জলে অতি দ্রবণীয়। (i) পরিস্রুত দ্রবণে (ইহা ক্ষারীয়) সদ্য-প্রস্তুত জলীয় সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড মিশাইলে বেগুনী দেখায়। তাপে এই রং অদৃশ্য হয়, শীতল করিলে আবার দেখা দেয়। (ii) যথেষ্ট গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও তারপর লেড অ্যাসিটেট মিশাইলে কালো লেড সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। (iii) যথেষ্ট গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে মিশাইয়া পরে ফেরিক ক্লোরাইড যোগ করিলে উহা গাঢ় লাল দেখায় যদি যৌগে নাইট্রোজেনও থাকে। এই রং ফেরিথাইয়োসায়ানেট আয়নের, $[FeSCN]^{++}$



$$Na_2S + 2CH_3COOH \rightarrow H_2S + 2CH_3COONa$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড সোডিয়াম অ্যাসিটেট

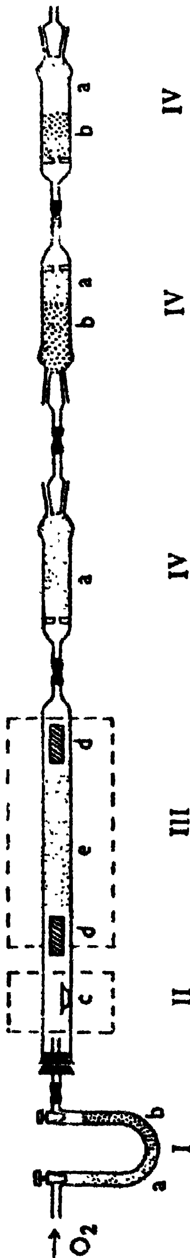


$$Pb(CH_3COO)_2 + H_2S \rightarrow PbS + 2CH_3COOH$$

লেড অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৪) **হ্যালোজেন :** নমুনা ও সোডিয়াম গলানোর ফলে সোডিয়াম হ্যালাইড পাওয়া যায়। ক্লোরিন থাকিলে সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পর্যাপ্ত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করিলে যদি (i) জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়ায় দ্রবণীয় সাদা অধঃক্ষেপ দেখা দেয়, ইহা সিলভার ক্লোরাইডের। (ii) জলে অদ্রবণীয়, অ্যামোনিয়ায় আংশিক দ্রবণীয়, হালকা হলুদ বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়, ইহা সিলভার ব্রোমাইডের। (iii) জলে অদ্রবণীয়, অ্যামোনিয়ায় অদ্রবণীয়, হলুদ অধঃক্ষেপ সিলভার আইয়োডাইডের। ব্রোমিন ও আইয়োডিনের জন্য বিকল্প পদ্ধতি আছে। অম্লীকৃত দ্রবণে জলীয় ক্লোরিন যোগ করিলে মৌল ব্রোমিন ও আইয়োডিন বিমুক্ত হয়। উভয়েই ক্লোরোফরমে দ্রবণীয়, বাদামী রং ব্রোমিনের, বেগুনী আইয়োডিনের।

(৫) **অক্সিজেন :** জৈব যৌগে অক্সিজেন আছে কিনা প্রমাণ করা দুঃসাধ্য। অপর সকল মৌলিক পদার্থের মাত্রিক বিশ্লেষণের যোগফল 100 (কিংবা ইহার খুব কাছাকাছি) না হইলে বুঝিতে হইবে বাকীটা অক্সিজেন। কোন যৌগে অক্সিজেন-ঘটিত গ্রুপের (যথা – OH, —CHO, —COOH, —CO—, $—NO_2$, ইত্যাদি) প্রমাণ পাওয়া গেলে অক্সিজেন অবশ্যই আছে।



৮নং চিত্র।

মাত্রিক বিশ্লেষণ (quantitative analysis) : অতীতে 200-300 মিলিগ্রাম নমুনা 900° তাপাংকে কিউপ্রিক অক্সাইডের উপস্থিতিতে বায়ু অথবা অক্সিজেন দ্বারা কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত হইত। এজন্য সময় লাগিত দুই ঘন্টা। আধুনিক সূক্ষ্ম পদ্ধতিতে (semimicro method) নমুনা প্রয়োজন 20-30 মিলিগ্রাম, তাপাংক 650° এবং সময় মাত্র 25 মিনিট। অতি সূক্ষ্ম পদ্ধতিতে (micro method) নমুনা আবশ্যক মাত্র 3-5 মিলিগ্রাম। উন্নত যন্ত্রপাতির সাহায্যে সুদক্ষ কর্মী এই পদ্ধতিতে নির্ভুল ফল পান।

কার্বন ও হাইড্রোজেন : কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ যথারীতি এক সঙ্গে নিরূপিত হয়। উভয় পদ্ধতির মূল তত্ত্ব অভিন্ন; কিউপ্রিক অক্সাইড বা অনুরূপ জারকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন (অথবা বায়ু) উচ্চ তাপাংকে জৈব কার্বনকে কার্বন ডাইঅক্সাইডে এবং হাইড্রোজেনকে জলে পরিণত করে। উপযোগী রাসায়নিক দ্রব্য উৎপন্ন গ্যাস ও জলীয় বাষ্প বিশোষণ করে। ইহাদের বর্ধিত ওজন হইতে যৌগে কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ হিসাব করা হয়। একটি অতি ক্ষুদ্র পোরসিলেন (অথবা প্ল্যাটিনাম) নৌকায় (c) সঠিক ওজনের নমুনা লইয়া তাহা কাঁচ নলে ঢুকাও এবং ইহার পর রাখ কিছু সিলভার পারম্যাঙ্গানেট অথবা কুণ্ডলীকৃত প্ল্যাটিনাম তার (d)। ইহা অনুঘটকরূপে জারণ ত্বরান্বিত করে। যৌগে সালফার কিংবা হ্যালোজেন থাকিলে প্ল্যাটিনামের পর কিছু সিলভার অরথোভ্যানাডেট রাখিতে হইবে। জৈব সালফার ও হ্যালোজেন মিলিয়া কঠিন সিলভার সালফাইড ও হ্যালাইড গঠন করে। যৌগে নাইট্রোজেন থাকিলে তাহা হইতে উৎপন্ন নাইট্রোজেন অক্সাইড গ্যাস বিশোষণের জন্য লেড ডাইঅক্সাইডের স্তর প্রয়োজন। নতুবা ইহারা কার্বন ডাইঅক্সাইডের আয়তন বৃদ্ধি করে। দহন নল (combustion tube) বৈদ্যুতিক চুল্লীতে (অথবা গ্যাস দীপে) (II & III) উত্তপ্ত করিয়া 650° তাপাংকের কাছাকাছি রাখিবে। অক্সিজেন সিলিণ্ডার হইতে শুষ্ক গ্যাস অতি ধীরে দহন নলের ভিতর

প্রবাহিত কর। উৎপন্ন জলীয় বাষ্প বিশোষণের জন্য দহন নলের অপর প্রান্তে অ্যানহাইড্রোন (অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম পারক্লোরেট)-পূর্ণ কাঁচ নল (a) এবং তারপর অ্যাসক্যারাইট (কস্টিক-সোডা-দ্রবণে-ডুবানো-অ্যাসবেস্টস-আঁশ)-ভরতি আর একটি অনুরূপ কাঁচ নল (b) উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড বিশোষণের জন্য জুড়িয়া দাও। উভয় কাঁচ নলের বর্ধিত ওজন হইতে নমুনার কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ হিসাব কর।

নমুনার ওজন w এবং অ্যাসক্যারাইট ও অ্যানহাইড্রোন নলের ওজন বৃদ্ধি যথাক্রমে w_1 ও w_2 হইলে উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইডের ওজন w_1 mg. অতএব

$$\% C = \frac{12 \times w_1}{44} \times \frac{100}{w} = \frac{300w_1}{11w} \qquad \text{(i)}$$

$$[C = 12;\ CO_2 = 44]$$

এবং উৎপন্ন জলের ওজন w_2 mg: সুতরাং

$$\% H = \frac{2 \times w_2}{18} \times \frac{100}{w} = \frac{100w_2}{9w} \qquad \text{(ii)}$$

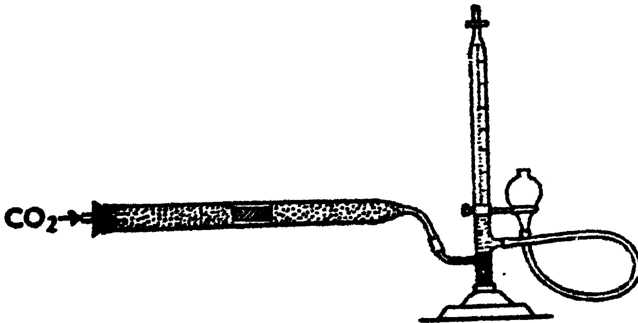
$$[H_2O = 18]$$

উদাহরণ: 35.60 mg যৌগ দহনের ফলে 122·20 mg কার্বন ডাইঅক্সাইড ও 20·00 mg জল উৎপন্ন হইল। ইহাতে কার্বন ও হাইড্রোজেনের শতকরা পরিমাণ কত?

সমীকরণ (i) হইতে $C = \frac{300 \times w_1}{11 \times w} = \frac{300 \times 122{\cdot}20}{11 \times 35{\cdot}60} = 93{\cdot}62\%$

সমীকরণ (ii) হইতে $H = \frac{100 \times w_2}{9 \times w} = \frac{100 \times 20{\cdot}00}{9 \times 35{\cdot}60} = 6{\cdot}24\%$

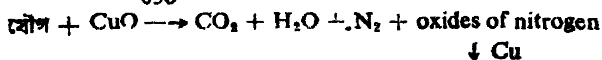
নাইট্রোজেন: (i) ডুমা পদ্ধতি (Dumas method): নমুনা (প্রায় 25 mg) ও প্রচুর কিউপ্রিক অক্সাইড চূর্ণ দহন নলে পুরিয়া 650° তাপাংকে উত্তপ্ত কর। নলের



১নং চিত্র। ডুমা পদ্ধতিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয়।

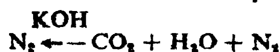
ভিতর দিয়া ধীরে ধীরে কার্বন ডাইঅক্সাইড প্রবাহিত কর। ইহার অপর প্রান্ত

গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণে পূর্ণ নাইট্রোমিটারের সহিত জুড়িয়া দাও (৯নং চিত্র)। কিউপ্রিক অক্সাইড জৈব কার্বন ও হাইড্রোজেনকে যথারীতি কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত করে; যৌগে সালফার থাকিলে তাহাও এইসঙ্গে সালফার ডাইঅক্সাইডে পরিণত হয়। কিন্তু জৈব নাইট্রোজেন (এবং হ্যালোজেন থাকিলে তাহাও) বিমুক্ত অবস্থায় নিষ্ক্রান্ত হয়। নাইট্রোজেনের সামান্য অংশ অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়; দহন নলের শেষ প্রান্তে অবস্থিত বেলন আকারের কপার জাল ইহাকে পুনরায় নাই-ট্রোজেনে বিজারিত করে। কাজেই সমুদয় জৈব নাট্রোজেন বিমুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। নাইট্রোজেন ব্যতীত অপর সকল গ্যাস কস্টিক পটাশে বিশোষিত হয়। নাইট্রোমিটারে সঞ্চিত গ্যাসের ত্রৈমাত্রিক আয়তন হইতে ইহার ওজন হিসাব কর; এজন্য বায়ুমণ্ডলের চাপ ও ঘরের তাপাংক আবশ্যক। গাঢ় কস্টিক পটাশ দ্রবণের বাষ্পীয় চাপ সাধারণ তাপাংকে অতি সামান্য; ইহা উপেক্ষা কর।



$$\text{যৌগ} + CuO \xrightarrow{650^\circ} CO_2 + H_2O + N_2 + \text{oxides of nitrogen}$$

$$\downarrow Cu$$



$$N_2 \xleftarrow{KOH} CO_2 + H_2O + N_2$$

w mg নমুনা হইতে v cc (নরমাল বায়ুচাপে ও তাপাংকে) নাইট্রোজেন পাওয়া গেলে যৌগে নাইট্রোজেনের ওজন

$$v \times \frac{28}{22 \cdot 4} g \quad (22.4 \text{ লিটার নাইট্রোজেনের ওজন } 28\ g)$$

$$\text{অতএব} \quad \% N = \frac{v}{w} \times \frac{28}{22 \cdot 4} \times 100$$

উদাহরণ: 45·16 mg জৈব যৌগ দহনের ফলে 17° তাপাংকে ও 751 mm বায়ুচাপে 9210 mcc নাইট্রোজেন পাওয়া গেল। ইহাতে শতকরা কত ভাগ নাইট্রোজেন আছে?

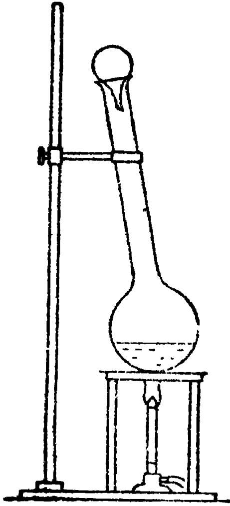
নরমাল তাপাংকে ও চাপে (N.T.P.) উৎপন্ন নাইট্রোজেনের ত্রৈমাত্রিক আয়তন

$$\frac{9210 \times 273 \times 751}{(273+17) \times 760} = 8570 \text{ mcc} = 8 \cdot 57 \text{ cc}$$

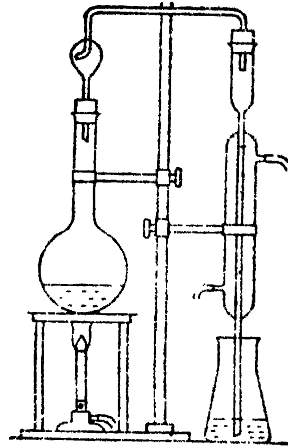
$$\text{অতএব} \quad \% N = \frac{8 \cdot 57}{45 \cdot 16} \times \frac{28}{22 \cdot 4} \times 100 = 23 \cdot 72$$

(ii) **জেলডাল পদ্ধতি** (Kjeldahl method): নমুনা (0.5 g) ও প্রচুর গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড লম্বা-গলার-কাঁচ-কুপীতে (Kjeldahl flask) লইয়া তরল মিশ্রণ প্রায় স্বচ্ছ না হওয়া পর্যন্ত ধূমকক্ষে ফুটাও। সামান্য মারকিউরিক সালফেট এই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। জৈব নাইট্রোজেন এই ভাবে অ্যামোনিয়ায় রূপান্তরিত হয় এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত অ্যামোনিয়াম সালফেট উৎপাদন করে। বিক্রিয়ার শেষে শীতল মিশ্রণে যথেষ্ট পরিমাণ গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণ

মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে বিমুক্ত অ্যামোনিয়া বাষ্পাকারে নিষ্ক্রান্ত হয়। ইহা পরিমিত ডেসি-নরমাল সালফিউরিক অ্যাসিডে বিশোষণ ও ডেসি-নরমাল কস্টিক সোডা



১০নং চিত্র। জেলডাল কুপী।



১১নং চিত্র। অ্যামোনিয়া পাতন।

দ্বারা অ্যাসিড টাইট্রেট করিয়া অ্যামোনিয়ার পরিমাণ হিসাব কর। তাহা হইতে যৌগে নাইট্রোজেনের শতকরা পরিমাণ পাইবে। এই পদ্ধতিতে একাধিক নিরূপণ যুগপৎ করা চলে। কিন্তু ইহা পিরিডিন, নাইট্রো-গ্রুপযুক্ত যৌগসমূহ ইত্যাদির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। ডুমা পদ্ধতি সকল যৌগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য কিন্তু একসঙ্গে একটির বেশী নিরূপণ করা কঠিন।

w g নমুনা হইতে পাওয়া অ্যামোনিয়া v cc (N = নরমাল) অ্যাসিড প্রশমিত করিলে, ইহাতে নাইট্রোজেন আছে $\frac{v\times N\times 14}{1000}$ g (1 লিটার নরমাল অ্যাসিড $\equiv$ 14 g নাইট্রোজেন)

$$\text{অতএব} \quad \%N \quad \frac{v\times N\times 14\times 100}{w\times 1000} \quad \frac{v\times N\times 14}{10\,w}$$

উদাহরণ: কোন যৌগের 0·3465 g এবং যথেষ্ট পরিমাণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফুটাইয়া অতিরিক্ত কস্টিক সোডাসহ পাতিত করিলে যে অ্যামোনিয়া পাওয়া গেল তাহা প্রশমন করিতে 42·80 cc ডেসি-নরমাল সালফিউরিক অ্যাসিড, প্রয়োজন হইল। ইহাতে শতকরা কত ভাগ নাইট্রোজেন আছে?

$$\text{উপরের সমীকরণ হইতে N} \quad \frac{42\cdot8\times0\cdot1\times14}{0\cdot3465\times10} \quad 17\cdot3\%$$

হ্যালোজেন : কেরিউস পদ্ধতি (Carius method) : নির্দিষ্ট ওজনের নমুনা (প্রায় 25 mg), ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড (0·5 cc) ও সিলভার নাইট্রেট (150 mg) এক-মুখ-বন্ধ পুরু কাঁচ নলে লইয়া উহার অপর মুখ বন্ধ কর। রুদ্ধ খুপরিতে (fume chamber) 250° তাপাংকে প্রায় চার ঘন্টা কাল অনুভূমিক (horizontal) অবস্থায় ইহা উত্তপ্ত করিলে জৈব কার্বন ও হাইড্রোজেন যথাক্রমে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত হয়; হ্যালোজেন সিলভার হ্যালাইডে রূপান্তরিত হয়। শীতল অবস্থায় নলের মুখ খুলিয়া সিলভার হ্যালাইডের অধঃক্ষেপ পরিস্রুত জলে ধুইয়া নাইট্রেট-মুক্ত কর। নির্জল সিলভার হ্যালাইডের (যথা সিলভার ক্লোরাইড) ওজন হইতে যৌগে হ্যালোজেনের শতকরা পরিমাণ হিসাব কর।

উদাহরণ : 0.1872 g যৌগ হইতে কেরিউস পদ্ধতিতে 0·4856 g সিলভার ক্লোরাইড পাওয়া গেল। ইহাতে শতকরা কত ভাগ ক্লোরিন আছে?

(108+35·5) g সিলভার ক্লোরাইডে 35.5 g ক্লোরিন আছে

$\therefore$ 1 g " " $\frac{35\cdot5}{143\cdot5}$ g = 0·2474 g " "

0·4856 g " " 0·4856×0·2474 g " "

অতএব 0·1872 g যৌগে " " " "

$$\therefore \quad \% \text{ Cl} = \frac{0\cdot4856 \times 0\cdot2474 \times 100}{0\cdot1872} = 64\cdot16.$$

১১ক নং চিত্র। কেরিউস পদ্ধতি।

সালফার : কেরিউস পদ্ধতিতে সালফারের পরিমাণও নিরূপণ করা চলে। জৈব সালফার এই ভাবে সালফিউরিক অ্যাসিডে জারিত হয়। ইহাতে সিলভার নাইট্রেট দরকার হয় না। বিক্রিয়ার শেষে নলের মুখ খুলিয়া তাহাতে প্রচুর জলীয় বেরিয়াম নাইট্রেট মিশাইলে বেরিয়াম সালফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। পরিস্রুত অধঃক্ষেপ কয়েক বার পাতিত জলে ধুইয়া চুল্লীতে নির্জল করিয়া ওজন কর। বেরিয়াম সালফেটের ওজন হইতে সালফারের পরিমাণ হিসাব কর।

উদাহরণ : 0·2563 g জৈব যৌগ হইতে কেরিউস পদ্ধতিতে 0·2655 g বেরিয়াম সালফেট পাওয়া গেল। উহাতে শতকরা কত অংশ সালফার আছে?

233 g বেরিয়াম সালফেটে 32 g সালফার আছে ($BaSO_4$-এর আণবিক ওজন = 233)

$\therefore$ 1 g ,, ,, $\frac{32}{233}$ g = 0·1374 g সালফার আছে

0.2655 g ,, ,, 0·2655 × 0·1374 g ,, ,,

$$\therefore \quad \% S = \frac{0.2655 \times 0.1374 \times 100}{0 \cdot 2563} = 14 \cdot 23$$

অক্সিজেন: জৈব যৌগে অক্সিজেনের শতকরা পরিমাণ সচরাচর নিরূপণ করা হয় না। অন্যান্য মৌলিক পদার্থের যোগফল 100 কিংবা ইহার খুব কাছাকাছি না হইলে উহাতে অক্সিজেন আছে। 100 হইতে এই যোগফল বিয়োগ করিয়া অক্সিজেনের পরিমাণ পাওয়া যায়। বিয়োগফল নগণ্য হইলে নিরূপণের প্রমাদ মনে করিবে।

স্থূল সংকেত (empirical formula): যে সরলতম সংকেত কোন যৌগিক পদার্থের পরমাণুর অনুপাত নির্দেশ করে, তাহাই উহার স্থূল সংকেত। ইহা হইতে আমরা জানিতে পারি যৌগের অণু কোন কোন্ মৌল দ্বারা গঠিত এবং তাহাদের পরস্পরের অনুপাত কত কিন্তু প্রতি অণুতে কোন্ মৌলের কত পরমাণু রহিয়াছে তাহা জানিতে পারি না। অ্যাসিটিলিন গ্যাসের স্থূল সংকেত C_1H_1. ইহা শুধু এই টুকু বুঝায় যে অ্যাসিটিলিন অণুতে যত পরমাণু কার্বন আছে ঠিক তত পরমাণু হাইড্রোজেন আছে। একাধিক যৌগিক পদার্থের একই স্থূল সংকেত থাকিতে পারে এবং আছেও। যেমন বেনজিনেরও (তরল) স্থূল সংকেত C_1H_1. যৌগের মৌলিক উপাদানগুলির অনুপাত হইতে ইহার স্থূল সংকেত এই রূপে হিসাব করা যায়: (১) প্রত্যেক মৌলের শতকরা পরিমাণকে ইহার পারমাণবিক গুরুত্ব (atomic weight, at. wt.) দিয়া ভাগ কর। ইহাতে মৌলসমূহের আপেক্ষিক সংখ্যা (প্রায়শঃ ভগ্নাংশ আকারে) পাইবে। (২) নিম্নতম সংখ্যা দিয়া ভাগ করিয়া ইহাদিগকে পূর্ণ সংখ্যায় পরিণত কর (অণুতে কেবল পূর্ণ-সংখ্যক পরমাণু থাকে)। (৩) ইহাতে সকল ভগ্নাংশ পূর্ণ সংখ্যায় রূপান্তরিত না হইলে, এজন্য উপযোগী কোন সংখ্যা দ্বারা গুণ কর।

উদাহরণ (১): কোন জৈব যৌগের মাত্রিক বিশ্লেষণে 52·14% C এবং 13·13% H পাওয়া গেল। ইহার স্থূল সংকেত নির্ণয় কর।

উভয় মৌলের শতকরা পরিমাণের যোগফল = 52·14 + 13·13 = 65·27; অতএব যৌগে 100 − 65·27 = 34.73% অক্সিজেন আছে।

মৌল	%	$\frac{\%}{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}$	$\frac{\%/\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{নিম্নতম সংখ্যা}}$
C	52.14	$\frac{52 \cdot 14}{12} = 4 \cdot 341$	$\frac{4.341}{2.170} = 2.000$

H	13.13	$\frac{13\cdot13}{1\cdot008} = 13\cdot03$	$\frac{13\cdot03}{2\cdot170} = 6\cdot004$
O	34.73	$\frac{34\cdot73}{16} = 2.170$	$\frac{2\cdot170}{2\cdot170} = 1\cdot000$

অতএব যৌগের স্থূল সংকেত $C_2H_6O_1$.

উদাহরণ (২): যে জৈব যৌগের মাত্রিক বিশ্লেষণের ফল: $C = 43.98\%$, $Cl = 37\cdot18\%$ এবং $H = 2.09\%$, তাহার স্থূল সংকেত কি?

মৌল তিনটির শতকরা পরিমাণের যোগফল $= 43\cdot98 + 37\cdot18 + 2\cdot09 = 83.25$. অতএব $O = 100 - 83\cdot25 = 16\cdot75\%$.

মৌল	%	$\frac{\%}{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}$	$\frac{\%/\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{নিম্নতম সংখ্যা}}$
C	43.98	$\frac{43\cdot98}{12} = 3.665$	$\frac{3\cdot665}{1.047} = 3\cdot501$
H	2.09	$\frac{2\cdot09}{1\cdot008} = 2\cdot073$	$\frac{2.073}{1.047} = 1\cdot90S$
Cl	37.18	$\frac{37.18}{35.46} = 1.048$	$\frac{1.048}{1.047} = 1.000$
O	16.75	$\frac{16\cdot75}{16} = 1.047$	$\frac{1\cdot047}{1\cdot047} = 1.000$

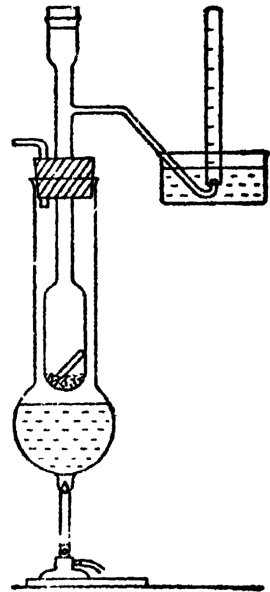
শেষ সারির সংখ্যাগুলিকে 2 দিয়া গুণ করিলে নিকটতম পূর্ণ সংখ্যা হয় 7, 4, 2 এবং 2. সুতরাং যৌগের স্থূল সংকেত $C_7H_4Cl_2O_2$.

আণবিক সংকেত (molecular formula): যে সংকেত কোন যৌগিক পদার্থের অণুতে মৌলিক উপাদানের পরমাণু-সংখ্যা নির্দেশ করে তাহাকে আণবিক সংকেত বলে। আমরা ইহাতে স্থূল সংকেত অপেক্ষা যৌগের আণবিক গঠনের স্পষ্টতর আভাস পাই। আণবিক সংকেত স্থূল সংকেতের গুণিতক (multiple) অর্থাৎ স্থূল সংকেতকে কোন পূর্ণ সংখ্যা দ্বারা গুণ করিলে আণবিক সংকেত পাওয়া যায়। অ্যাসিটিলিনের আণবিক সংকেত C_2H_2, অর্থাৎ ইহার প্রতিটি অণু দুই পরমাণু কার্বন এবং দুই পরমাণু হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত। বেনজিনের আণবিক সংকেত C_6H_6; ইহার প্রতি অণুতে ছয়টি কার্বন পরমাণু এবং ছয়টি হাইড্রোজেন পরমাণু রহিয়াছে। লক্ষণীয় অ্যাসিটিলিন ও বেনজিনের স্থূল সংকেত অভিন্ন অর্থাৎ C_1H_1 কিন্তু আণবিক সংকেত বিভিন্ন, যথাক্রমে, C_2H_2 ও C_6H_6. যে সকল জৈব যৌগের অণুতে একটি মাত্র কার্বন পরমাণু আছে, তাহাদের স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেত স্বভাবতঃই অভিন্ন। দৃষ্টান্ত: মিথেন, CH_4; মিথাইল অ্যালকোহল, CH_4O; ফরম্যালডিহাইড, CH_2O, ইত্যাদি। বিভিন্ন জৈব যৌগের যেমন একই স্থূল সংকেত হইতে পারে, তেমনি

একাধিক জৈব যৌগের আণবিক সংকেতও এক হইতে পারে। গ্লুকোজ, ম্যানোজ এবং ফ্রুক্টোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$. স্থূল সংকেত ও আণবিক সংকেতের সম্পর্ক: স্থূল সংকেত × n = আণবিক সংকেত (n = পূর্ণ সংখ্যা). যৌগের আণবিক গুরুত্ব জানা থাকিলে n নির্ণয় করা সহজ।

আণবিক গুরুত্ব নিরূপণ পদ্ধতি : ইহার বিশদ বিবরণ ভৌত রসায়নে পাইবে। ইহা মূলতঃ জৈব যৌগের কোন ভৌত প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল যথা: বাষ্প ঘনত্ব (vapour density), হিমাংকের অবনমন (depression of freezing point), স্ফুটনাংকের উন্নয়ন (elevation of boiling point) ইত্যাদি। উদ্বায়ী পদার্থের আণবিক গুরুত্ব সাধারণতঃ ইহার বাষ্প ঘনত্ব হইতে নির্ণয় করা হয়। অনুদ্বায়ী (non-volatile) যৌগের ক্ষেত্রে হিমাংকের অবনমন- অথবা স্ফুটনাংকের উন্নয়ন-ঘটিত প্রণালী প্রযোজ্য। আম্লিক ও ক্ষারীয় যৌগের আণবিক গুরুত্ব নিরূপণের জন্য রাসায়নিক পদ্ধতি প্রশস্ত।

ভিক্টর মেয়ার পদ্ধতি (Victor Meyer method): যে সকল উদ্বায়ী পদার্থ (কঠিন অথবা তরল) স্বাভাবিক বায়ুচাপে স্ফুটনাংকে বিয়োজিত হয় না তাহাদের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি প্রযোজ্য। ইহা হইতে যৌগের বাষ্প ঘনত্ব পাওয়া যায়। অ্যাভোগাড্রোর সূত্র (Avogadro's hypothesis) অনুসারে আণবিক গুরুত্ব = 2 × বাষ্প ঘনত্ব। ভিক্টর মেয়ার যন্ত্রের প্রধান অংশ দুইটি: এক-মুখ-বন্ধ কাঁচ নল, ইহার উপরের ভাগ দীর্ঘ ও অপেক্ষাকৃত সরু; মুখে ছিপি আঁটা। ইহার সহিত সংযুক্ত একটি নির্গম নলের মুখ উপুড়-করা জলে-ভর্তি কাঁচ নলে ঢুকিয়াছে। যন্ত্রের অধিকাংশ একটি ধাতু-নির্মিত কূপীতে ফুটন্ত তরলের বাষ্পে গরম করা হয়। (তরলের স্ফুটনাংক নমুনার স্ফুটনাংক অপেক্ষা অন্ততঃ 20° উর্ধ্বে হওয়া চাই) (১২ নং চিত্র)। উত্তাপে স্ফীত বায়ু কাঁচ নলের নির্গম নল দিয়া চলিয়া যায়। বায়ুর বুদবুদ বন্ধ হইলে নমুনা ক্ষুদ্র নলে ভরিয়া যন্ত্রের ভিতরে নিক্ষেপ কর এবং সঙ্গে সঙ্গে যন্ত্রের মুখে ছিপি আঁটিয়া দাও। উত্তাপে সব টুকু যৌগ বাষ্পে পরিণত হয়।



১২নং চিত্র।
ভিক্টর মেয়ার যন্ত্র।

আয়তন বৃদ্ধির ফলে এই বাষ্পের সম আয়তন বায়ু মাত্রাঙ্কিত নলে প্রবেশ করে।

অপসারিত বায়ুর ত্রিমাত্রিক আয়তন মাপিয়া তাহা নরমাল তাপাংক ও চাপে পরিবর্তিত কর। ইহাই নমুনার বাষ্পীয় ত্রিমাত্রিক আয়তন। w g নমুনা v_1 cc বায়ু $t°_1$ তাপাংকে ও p_1 চাপে অপসারিত করিলে, নরমাল তাপাংকে ও চাপে ইহার ত্রিমাত্রিক আয়তন,

$$v_2 \text{ cc} = \frac{(p_1 - p_2) \times v_1 \times 273}{(273 + t_1) \times 760} \text{ cc.}$$ (p_2 = $t°_1$-তে জলীয় বাষ্পের চাপ)

নমুনার বাষ্প ঘনত্ব $= \frac{w \times 11210}{v_2}$ (1 g হাইড্রোজেনের আয়তন = 11210 cc at N.T.P.)

$\therefore$ ইহার আণবিক গুরুত্ব $= \frac{2 \times w \times 11210}{v_2}$.

উদাহরণ: কোন জৈব যৌগের 0.1680 g বাষ্পীকরণের ফলে 20° তাপাংকে ও 740 mm বায়ুচাপে 49·4 cc বায়ু অপসারিত হইল। ইহার আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় কর (20° তাপাংকে জলীয় বাষ্পের চাপ 18 mm).

প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে (N.T.P.) অপসারিত বায়ুর আয়তন

$$\frac{(740-18) \times 49.4 \times 273}{(273+20) \times 760} \text{ cc.}$$

$$\therefore \text{ যৌগের বাষ্প ঘনত্ব} = \frac{11210 \times 0{\cdot}1680 \times 293 \times 760}{722 \times 49{\cdot}4 \times 273} = 43{\cdot}06.$$

অতএব ইহার আণবিক গুরুত্ব $= 2 \times 43{\cdot}06 = 86{\cdot}12$.

হিমাংক অবনমন পদ্ধতি (cryoscopic method): বিভিন্ন যৌগের আণব দ্রবণ (molar solution) একই দ্রাবকের হিমাংক সম পরিমাণ অবনমিত করে। হিমাংক অবনমন পদ্ধতি এই তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত। 3·42 g ইক্ষু-শর্করা (আণবিক গুরুত্ব 342) অথবা 0·60 g ইউরিয়া (আণবিক গুরুত্ব 60) 100 cc জলে দ্রবীভূত করিলে উভয় দ্রবণের হিমাংক অভিন্ন হইবে। দ্রবণ লঘু হওয়া আবশ্যক। তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (electrolyte) যৌগের ক্ষেত্রে ইহা প্রযোজ্য নয়। অনুদ্বায়ী কঠিন যৌগের আণবিক গুরুত্ব এই পদ্ধতিতে সাধারণতঃ নিরূপিত হয়।

w g নমুনা W g দ্রাবকে (যাহার অবনমন ধ্রুবক, depression constant K) দ্রবীভূত করিলে যদি দ্রাবকের হিমাংক t° অবনমিত হয়, তাহা হইলে ইহার আণবিক গুরুত্ব $= \frac{K \times w \times 100}{W \times t}$. অজ্ঞাত t°-এর মূল্যায়ন এই পরীক্ষার উদ্দেশ্য।

তাপাংকের সামান্য ব্যবধান সঠিক মাপিবার জন্য বেকম্যান থার্মোমিটার এবং তাঁহার যন্ত্র এই পরীক্ষায় ব্যবহৃত হয় (১৩নং চিত্র)। নির্দিষ্ট ওজনের বিশুদ্ধ দ্রাবক (প্রায় 25 cc) কাঁচ নলে লইয়া মুখে ছিপি আঁটিয়া দাও। ছিপির ভিতর দিয়া থার্মোমিটার

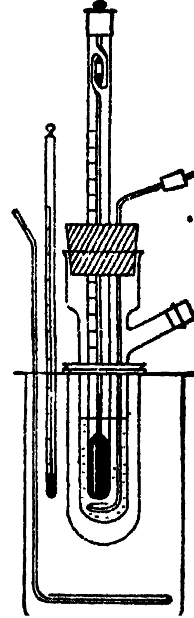
ও নাড়ানোর দণ্ড দ্রাবকে ঢুকিয়া থাকিবে। বৃহত্তর কাঁচ নলে ইহার নিম্নাংশ ঢুকানো হয়। বরফ ও লবণের মিশ্রণ দ্বারা দ্রাবক শীতল কর। যন্ত্রের বাহিরের তাপাংক দ্রাবকের হিমাংক হইতে অন্ততঃ 5° কম হওয়া চাই। প্রথমে বিশুদ্ধ দ্রাবকের হিমাংক নির্ণয় কর। তারপর যন্ত্রের পার্শ্ববর্তী নল দিয়া নমুনা (0·2 –1.5 g) ঢুকানোর পর উহা দ্রাবকের সহিত মিশাও। দ্রাবকের হিমাংক পুনরায় নির্ণয় কর। উভয় হিমাংকের বিয়োগ-ফল হইতে যৌগের আণবিক গুরুত্ব হিসাব কর।

উদাহরণ : বেনজিনের হিমাংক 5.440°, 100 g বেন-জিনে 2.093 g বেনজ্যালডিহাইড দ্রবীভূত করায় ইহার হিমাংক 4·440° হইল। বেনজ্যালডিহাইডের আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় কর (বেনজিনের অবনমন ধ্রুবক = 50)।

২০ পৃষ্ঠার সমীকরণ হইতে বেনজ্যালডিহাইডের আণবিক গুরুত্ব

$$= \frac{50\times 2{\cdot}093\times 100}{100\times(5.44-4.44)} = 104.65.$$

জৈব অ্যাসিডের আণবিক গুরুত্ব : জৈব অ্যাসিডের তুল্যাংক গুরুত্ব (equivalent weight) অজৈব অ্যাসিডের মত সরাসরি ক্ষার দিয়া টাইট্রেট করিলে পাওয়া যায়। জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলে নির্দিষ্ট ওজনের অ্যাসিড (0·2—0·5 g) দ্রবীভূত করিয়া উহা ডেসি-নরমাল কস্টিক সোডা কিংবা বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্বারা (নির্দেশক, indicator, ফিনলথলিন) টাইট্রেট কর। 40 g কস্টিক সোডা প্রশমিত করিতে যত গ্রাম অ্যাসিড দরকার হয় তাহাই ইহার তুল্যাংক গুরুত্ব।



১৩নং চিত্র। বেকম্যান যন্ত্র।

নির্দিষ্ট পরিমাণ সিলভার লবণ প্রবল উত্তাপে বিয়োজিত করিয়া উৎপন্ন ধাতব সিলভারের ওজন হইতে অ্যাসিডের তুল্যাংক গুরুত্ব নির্ণয় করা যায়। অধিকাংশ জৈব অ্যাসিডের সিলভার লবণ স্ফটিকাকার ও জলে অদ্রবণীয়। যথেষ্ট অ্যামোনিয়া যোগ করিয়া অ্যাসিডকে অ্যামোনিয়াম লবণে রূপান্তরিত কর। উত্তাপে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া চলিয়া যায়। ইহাতে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করিলে অ্যাসিডের সিলভার লবণ অধঃক্ষিপ্ত হয়। জল দ্বারা ধুইয়া স্টীম-চুল্লীতে গরম করিলে বিশুদ্ধ সিলভার লবণ পাইবে। অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা (basicity) জানা থাকিলে নিচের সমীকরণ হইতে ইহার আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা সহজ।

আণবিক গুরুত্ব = তুল্যাংক গুরুত্ব × ক্ষারগ্রাহিতা

লবণের তুল্যাংক গুরুত্ব হইতে সিলভারের পারমাণবিক গুরুত্ব (107.9) বিয়োগ

করিয়া হাইড্রোজেনের পারমাণবিক গুরুত্ব (1) যোগ করিলে অ্যাসিডের তুল্যাংক গুরুত্ব পাইবে। সিলভার লবণের তুল্যাংক গুরুত্ব নিচের সমীকরণ হইতে হিসাব কর।

$$\frac{\text{সিলভারের ওজন}}{\text{সিলভার লবণের ওজন}} = \frac{\text{সিলভারের তুল্যাংক গুরুত্ব } (107.9)}{\text{সিলভার লবণের তুল্যাংক গুরুত্ব}}$$

উদাহরণ : 0·5073 g একক্ষারীয় (monobasic) অ্যাসিডের সিলভার লবণ উত্তাপে বিয়োজিত হইয়া 0·2780 g সিলভার দিল। অ্যাসিডের আণবিক গুরুত্ব কত?

$$\text{সিলভার লবণের আণবিক গুরুত্ব} = \frac{107{\cdot}9 \times 0{\cdot}5073}{0.2780} = 197{\cdot}0$$

$$\text{অ্যাসিডের আণবিক গুরুত্ব} = 197.0 - 107.9 + 1 = 90.1$$

জৈব অ্যাসিডে সালফার কিংবা হ্যালোজেন থাকিলে উত্তাপে ইহার সিলভার লবণ হইতে সিলভার সালফাইড কিংবা সিলভার হ্যালাইড উৎপন্ন হয়। কাজেই এ ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি অচল।

জৈব ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব : জৈব ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করিতেও ইহার তুল্যাংক গুরুত্ব ও অম্লগ্রাহিতা (acidity) আবশ্যক। অধিকাংশ জৈব ক্ষার ক্লোরো-প্ল্যাটিনিক অ্যাসিডের, H_2PtCl_6, সহিত যুগ্ম যৌগ (addition compound), ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট, গঠন করে। ইহা স্ফটিকাকার ও জলে অদ্রবণীয়। প্রবল উত্তাপে ইহা প্ল্যাটিনামে বিয়োজিত হয়। জৈব ক্ষার ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় জলে দ্রবণীয় লবণ পাওয়া যায়। ইহাতে প্ল্যাটিনিক ক্লোরাইড, $PtCl_4$, দ্রবণ যোগ করিলে, হলুদ ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। একাম্লীয় ক্ষার ইথাইলঅ্যামিন, $C_2H_5NH_2$, ও প্ল্যাটিনিক ক্লোরাইড হইতে এই ভাবে ইথাইলঅ্যামিন ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট, $(C_2H_5NH_2)_2.H_2PtCl_6$, উৎপন্ন হয়। এই লবণের (ইহার আণবিক গুরুত্ব 500) এক গ্রাম-অণু হইতে 195 g প্ল্যাটিনাম পাওয়া যায়।

W g যুগ্ম লবণ হইতে w g প্ল্যাটিনাম পাওয়া গেলে, লবণের আণবিক গুরুত্ব $= \frac{W}{w} \times 195$.

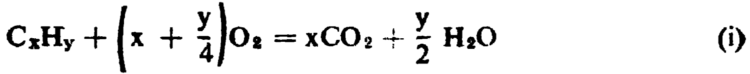
$$\text{একাম্লীয় ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব} = \frac{1}{2}\left(\frac{W \times 195}{w} - 410\right) \quad (H_2PtCl_6 = 410)$$

উদাহরণ : কোন একাম্লীয় ক্ষারের 0·2980 g ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট হইতে 0.0975 g প্ল্যাটিনাম পাওয়া গেলে উহার আণবিক গুরুত্ব কত?

$$\text{ক্ষারের আণবিক গুরুত্ব} = \frac{\text{যুগ্ম লবণের আণবিক গুরুত্ব} - 410}{2}$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{0{\cdot}2980 \times 195}{0{\cdot}0975} - 410\right) = \frac{596 - 410}{2} = 93.$$

গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের আণবিক গুরুত্ব : গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও প্রয়োজনের অধিক অক্সিজেন ইউডিয়োমিটারে লইয়া তাহাতে বৈদ্যুতিক স্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি করিলে হাইড্রোকার্বন পুরাপুরি কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত হয়।

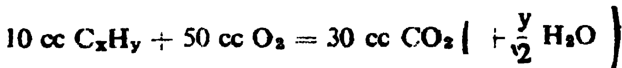


$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 = xCO_2 + \frac{y}{2} H_2O \qquad (i)$$

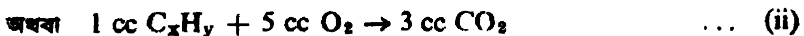
পূর্ণ দহনের জন্য হাইড্রোকার্বনের ত্রিমাত্রিক আয়তনের $\left(x + \frac{y}{4}\right)$ গুণ অক্সিজেন আবশ্যক। উৎপন্ন জলের ঘনমান (আয়তন) নগণ্য বলিয়া ইহা উপেক্ষা করা হয়। বিক্রিয়ার পর ইউডিয়োমিটারে থাকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অবিকৃত অক্সিজেন। গাঢ় কস্টিক পটাশ দ্রবণে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিশোষিত করিলে কেবল অক্সিজেন অবশিষ্ট থাকে। ইউডিয়োমিটার হইতে ইহার আয়তন জানা যায়। অক্সিজেনের মূল আয়তন হইতে এই অঙ্ক বিয়োগ করিলে যে পরিমাণ অক্সিজেন বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিয়াছে তাহা পাওয়া যায়। হাইড্রোকার্বনের আণবিক গুরুত্ব এই তথ্য এবং সমীকরণ (i) হইতে নির্ণয় করা চলে।

উদাহরণ : 10 cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও 100 cc অক্সিজেনে বৈদ্যুতিক স্ফুলিঙ্গ দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটানোর পর অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন সাধারণ তাপাংকে 80 cc হইল। উহাতে গাঢ় কস্টিক পটাশ দ্রবণ যোগ করিয়া ঝাঁকানোর পর 50 cc গ্যাস অবশিষ্ট রহিল। ক্ষারীয় পাইরোগ্যালল সবটা গ্যাস বিশোষণ করায় বুঝা গেল ইহা অক্সিজেন। হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

10 cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন দহন করিতে 100—50 অর্থাৎ 50 cc অক্সিজেন আবশ্যক হইয়াছে। উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইডের আয়তন 80—50, অর্থাৎ 30 cc. অতএব

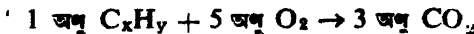


$$10\ cc\ C_xH_y + 50\ cc\ O_2 = 30\ cc\ CO_2 \left(+\frac{y}{2} H_2O\right)$$



অথবা $1\ cc\ C_xH_y + 5\ cc\ O_2 \rightarrow 3\ cc\ CO_2 \qquad \ldots \quad (ii)$

অ্যাভোগাড্রো সূত্র প্রয়োগ করিলে পাওয়া যায়



1 অণু C_xH_y + 5 অণু $O_2 \rightarrow$ 3 অণু CO_2

$\therefore \quad x = 3.$

3 পরমাণু কার্বন পূর্ণ দহনের জন্য আবশ্যক 3 অণু অক্সিজেন; অতএব অবশিষ্ট 2 অণু অক্সিজেন হাইড্রোজেনকে জলে জারিত করিয়াছে। এজন্য প্রয়োজন হইয়াছে 8 পরমাণু হাইড্রোজেন। কাজেই $y = 8$. অতএব হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত C_3H_8.

সমীকরণ (i) ও (ii) হইতে বীজগণিতের পদ্ধতিতে x ও y নিরূপণ করা যায়।

$$x = 3 \text{ এবং } x + \frac{y}{4} = 5. \text{ সুতরাং } y = 8.$$

কোন অজানা যৌগের আণবিক গঠন নির্ণয় করিতে হইলে ধাপে ধাপে অগ্রসর হইতে হইবে, যথা (i) শোধন, (ii) আঙ্গিক বিশ্লেষণ দ্বারা মৌলিক উপাদানসমূহ শনাক্ত করা, (iii) মাত্রিক বিশ্লেষণ করিয়া মৌলিক পদার্থের শতকরা পরিমাণ নির্ধারণ, (iv) বিভিন্ন পরমাণুর অনুপাত অর্থাৎ স্থূল সংকেত নির্ণয়, (v) আণবিক গুরুত্ব ও তাহা হইতে আণবিক সংকেত নির্ধারণ এবং পরিশেষে (vi) যৌগের বিবিধ ধর্ম ও বিক্রিয়া হইতে তাহার আনবিক গঠন অর্থাৎ কোন্ মৌল কাহার সহিত কি ভাবে অণুতে সংযুক্ত রহিয়াছে তাহা নির্দিষ্ট করা। বলা বাহুল্য, রসায়নবিদের চরম লক্ষ্য প্রকৃতিজাত যৌগ কৃত্রিম উপায়ে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত করা অর্থাৎ সংশ্লেষণ (synthesis).

প্রশ্নমালা

১। জৈব যৌগে নাইট্রোজেন, সালফার ও ক্লোরনের উপস্থিতি জানিবার উপায় কি?

২। কেরিউস পদ্ধতিতে জৈব যৌগে হ্যালোজেন ও সালফারের পরিমাণ নির্ধারণ প্রণালী বর্ণনা কর।

৩। জৈব যৌগে নাইট্রোজেন নিরূপণের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও। জেলডাল পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধা কি?

৪। ভিক্টর মেয়ার পদ্ধতিতে উদ্বায়ী তরল পদার্থের আণবিক গুরুত্ব কি ভাবে নির্ণয় করা হয়?

৫। কোন জৈব যৌগের আণবিক সংকেত C_6H_9ON; ডুমা পদ্ধতিতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ নির্ধারণ করিতে ইহার 0·2150 g লওয়া হইল। ঘরের তাপাংক 20° এবং বায়ুমণ্ডলের চাপ 740 mm হইলে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন কত হইবে?

৬। কোন যৌগের C = 19.99%, H = 6.71% ও N = 46·66%. ইহার আণবিক গুরুত্ব 60. ইহার আণবিক সংকেত কি?

৭। 0.0291 g যৌগ পুড়িবার ফলে 0.0581 g কার্বন ডাইঅক্সাইড ও 0.0239 g জল উৎপন্ন হইল। ভিক্টর মেয়ার পদ্ধতিতে ইহার 0·140 g 39·5 cc বায়ু (20° তাপাংকে ও 740 mm বায়ুচাপ) অপসারিত করিল। ইহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

৮। মাত্রিক বিশ্লেষণে 0·0214 g যৌগ হইতে 0·0225 g কার্বন ডাইঅক্সাইড ও 0·0031 g জল পাওয়া গেল। ইহার 0·0171 g কেরিউস পদ্ধতিতে 0·025৮ g সিলভার ব্রোমাইড দিল। ইহার স্থূল সংকেত কি?

৯। 0·5073 g একাম্লীয় অ্যাসিডের সিলভার লবণ বিশ্লেষণ করিয়া 0·3410 g কার্বন ডাইঅক্সাইড, 0·1160 g জল ও 0.2780 g সিলভার পাওয়া গেল। ইহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

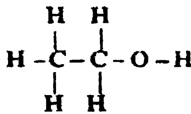
১০। মাত্রিক বিশ্লেষণে কোন যৌগের 0·1180 g হইতে 0·2640 g কার্বন ডাইঅক্সাইড ও 0·1620 g জল পাওয়া গেল। ডুমা পদ্ধতিতে ইহার 0·1770 g হইতে 36·1 cc নির্জল নাইট্রোজেন (20° তাপাংকে ও 760 mm বায়ুচাপে) উৎপন্ন হইল। ইহার স্থূল সংকেত কি?

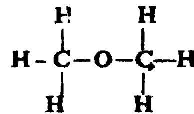
১১। ইউডিয়োমিটারে বৈদ্যুতিক স্ফুলিঙ্গ দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটানোর ফলে 10cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও 70 cc অক্সিজেন হইতে সাধারণ তাপাংকে 60 cc গ্যাসীয় পদার্থ পাওয়া গেল। কস্টিক সোডা দ্রবণসহ ঝাঁকানোর পর এই আয়তন 20 cc হইল। হাইড্রোকাবনের আণবিক সংকেত নিরূপণ কর।

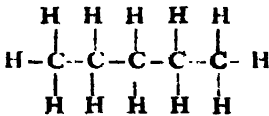
তৃতীয় অধ্যায়

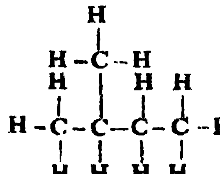
জৈব যৌগের আণবিক গঠন (structure of organic molecules)

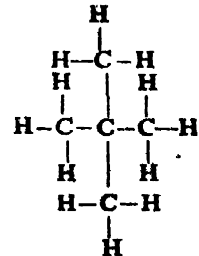
কোন জৈব যৌগের আণবিক সংকেত হইতে ইহার গঠন অর্থাৎ পরমাণুগুলি কি ভাবে পরস্পরের সহিত সংযুক্ত রহিয়াছে তাহা বুঝিবার উপায় নাই। একটি সহজ দৃষ্টান্ত C_2H_6O; ইহা দুইটি বিভিন্ন যৌগের প্রতীক: (i) ইথাইল অ্যালকোহল—তরল (স্ফুটনাংক 78°); জলে অতি দ্রবণীয়; সাধারণ তাপাংকে সোডিয়ামের সহিত বিক্রিয়ায় ইহা হইতে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। (ii) ডাইমিথাইল ইথার—গ্যাস (তরল অবস্থায় স্ফুটনাংক −23°); জলে অদ্রবণীয়; সোডিয়ামের সহিত ইহার কোন বিক্রিয়া ঘটে না। পক্ষান্তরে C_5H_{12} তিনটি সগোত্রীয় হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত যথা: নরমাল পেনটেন (স্ফুটনাংক 36°), আইসোপেনটেন (স্ফুটনাংক 28°) এবং নিয়োপেনটেন (স্ফুটনাংক 9·5°)। ইথাইল অ্যালকোহলের অণুতে দুইটি কার্বন পরমাণু সরাসরি যুক্ত রহিয়াছে কিন্তু ডাইমিথাইল ইথারে উহাদের মাঝখানে অক্সিজেন পরমাণু অবস্থিত। পেনটেনত্রয়ের পাঁচটি কার্বন পরমাণু বিভিন্ন ভাবে পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হইয়া বিভিন্ন ধরনের কার্বন-শৃংখল সৃষ্টি করিয়াছে। নরমাল পেনটেনে পাঁচটি কার্বন পরমাণু পরস্পর সারিবন্দী হইয়া সরল রেখাকৃতি শৃংখলে আবদ্ধ; ইহার কোন কার্বন পরমাণু দুইয়ের অধিক কার্বনের সহিত যুক্ত নয়। আইসোপেনটেনের আণবিক গঠন শাখা-যুক্ত শৃংখল; ইহাতে একটি কার্বন পরমাণু অপর তিনটি কার্বনের সহিত সরাসরি আবদ্ধ। নিয়োপেনটেনের গঠনে দুইটি শাখা রহিয়াছে; ইহাতে একটি কার্বন পরমাণু (যাহার সহিত কোনও হাইড্রোজেন পরমাণুর মিলন ঘটে নাই) অপর চারটি কার্বনের সহিত সরাসরি সংযুক্ত।


ইথাইল অ্যালকোহল


ডাইমিথাইল ইথার


নরমাল পেনটেন


আইসোপেনটেন


নিয়োপেনটেন

যে সকল যৌগের আণবিক সংকেত এক কিন্তু আণবিক গঠন ও ধর্ম ভিন্ন, তাহাদিগকে

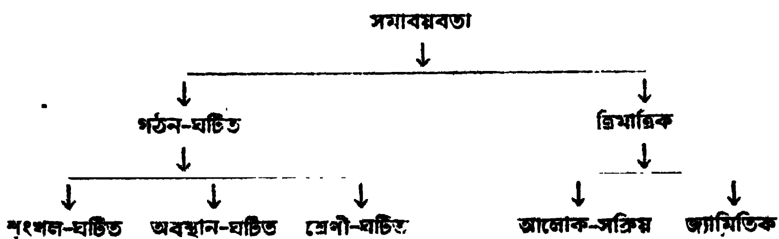
সমাবয়বী (isomer ; *isos*, সমান ; *meros*, অংশ) বলে। এই ঘটনার নাম সমাবয়বতা (isomerism)। ইথাইল অ্যালকোহল ও ডাইমিথাইল ইথার সমাবয়বী ; নরমাল, আইসো- ও নিয়োপেনটেনও তাহাই। সমাবয়বতার প্রথম দৃষ্টান্ত : অ্যামোনিয়াম সায়ানেটের ইউরিয়ায় রূপান্তর। যৌগের অণুতে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সমাবয়বীর সংখ্যাও দ্রুত বৃদ্ধি পায়। যেমন পেনটেনের, C_5H_{12}, ক্ষেত্রে 3, অকটেনের, C_8H_{18}, 18, ডিকেনের, $C_{10}H_{22}$, 75 ; $C_{20}H_{42}$-এর সম্ভাব্য সমাবয়বীর সংখ্যা 3,66,319.

সমাবয়বতা মূলতঃ দুই শ্রেণীর, গঠন-ঘটিত (structural) ও ত্রিমাত্রিক (stereo). ইথা. অ্যালকোহল ও ডাইমিথাইল ইথার প্রথম শ্রেণীভুক্ত ; পেনটেনত্রয়ও তাহাই। ইহাদে. অণুতে পরমাণুসমূহের বিন্যাস বিভিন্ন ; পরমাণুর ত্রিমাত্রিক অবস্থানের সহিত এই বিন্যাসের বিশেষ কোন সম্পর্ক নাই। গঠন-ঘটিত সমাবয়বতা তিন প্রকারের : (i) নিউক্লিয়ার বা শৃংখল-ঘটিত, ইহাদের কার্বন পরমাণুর কাঠামো বিভিন্ন আকারের। দৃষ্টান্ত : নরমাল, আইসো- এবং নিয়োপেনটেন।

(ii) অবস্থান-ঘটিত : ইহাদের কার্বন পরমাণুর কাঠামো অভিন্ন কিন্তু কোন পরমাণু বা পরমাণু-জোট (group) এই কাঠামোর বিভিন্ন কার্বন পরমাণুর সহিত সংযুক্ত থাকে। উদাহরণ : নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল, $CH_3—CH_2—CH_2OH$, ও আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, $CH_3—CHOH—CH_3$.

(iii) শ্রেণী-ঘটিত : ইহারা বিভিন্ন শ্রেণীভুক্ত, কাজেই ইহাদের গঠনগত কোন সাদৃশ্য নাই। দৃষ্টান্ত : ইথাইল অ্যালকোহল, CH_3-CH_2-OH, ও ডাইমিথাইল ইথার, CH_3-O-CH_3.

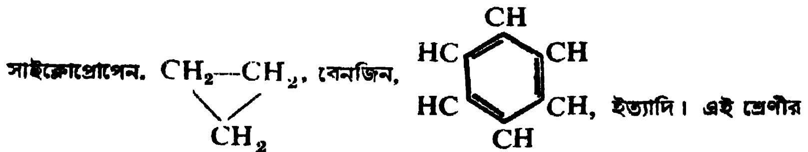
ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতায় সমাবয়বীদের আণবিক গঠন বাহ্যতঃ এক কিন্তু শূন্যে অর্থাৎ সমতলের বাহিরে (in space) ইহাদের পরমাণু বা পরমাণু-জোটের বিন্যাস বিভিন্ন। ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা দুই প্রকারের ; (i) আলোক-সক্রিয় (optical isomerism), যথা : ডেকস্ট্রো-ল্যাকটিক অ্যাসিড ও লিভো-ল্যাকটিক অ্যাসিড, এবং (ii) জ্যামিতিক (geometrical isomerism), যথা : ম্যালেয়িক অ্যাসিড ও ফিউমারিক অ্যাসিড। এ সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা যথাস্থানে করা হইবে।



জৈব যৌগের শ্রেণীবিভাগ (classification of organic compounds) : আণবিক

গঠনের ভিত্তিতে জৈব যৌগসমূহ মোটামুটি দুই শ্রেণীতে ভাগ করা হয়। (i) মুক্ত শৃংখল বা অ্যালিফ্যাটিক ; দৃষ্টান্ত : প্রোপেন, $CH_3—CH_2—CH_3$, নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল, $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2OH$, পামিটিক অ্যাসিড, $CH_3(CH_2)_{14}COOH$, ইত্যাদি। ইহারা সংপৃক্ত (saturated) অথবা অসংপৃক্ত (unsaturated) হইতে পারে। উদাহরণ : যথাক্রমে প্রোপেন, $CH_3—CH_2—CH_3$, এবং প্রপিলিন, $CH_3—CH=CH_2$.

(ii) যুক্ত-শৃংখল বা সাইক্লিক। দৃষ্টান্ত :

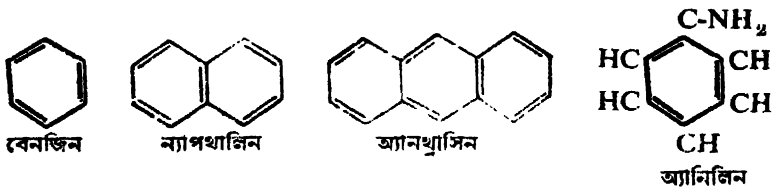


যৌগের কাঠামো কেবল কার্বন পরমাণু দ্বারা গঠিত হইলে তাহাকে সমচক্র (homocyclic) বলা হয়। উদাহরণ : বেনজিন। কাঠামোতে কার্বন ব্যতীত অন্য পরমাণু থাকিলে তাহাকে অসমচক্র (heterocyclic) বলে। দৃষ্টান্ত :



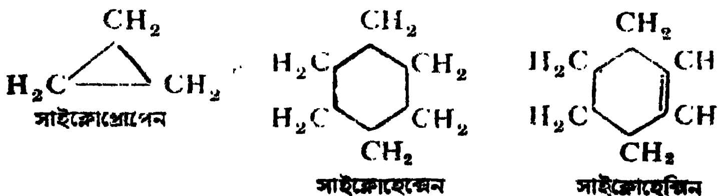
পিরিডিন ফিউরান থাইয়োফিন

সমচক্র যৌগসমূহ দুই রকমের : (i) অ্যারোমেটিক (*aroma*, সুগন্ধ) ; ইহাদের কাঠামোতে এক বা অধিক বেনজিন বলয় (benzene nucleus) আছে। যথা

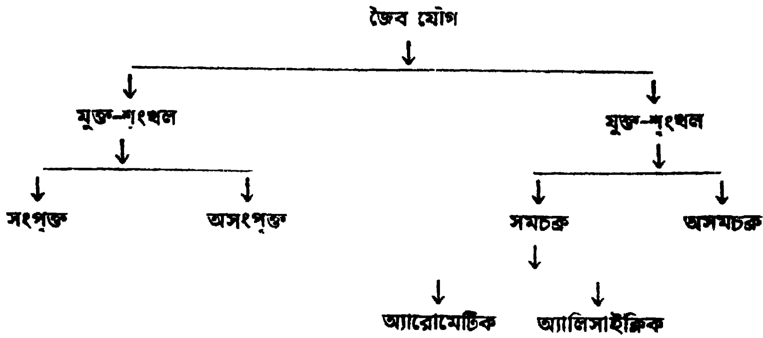


বেনজিন ন্যাপথালিন অ্যানথ্রাসিন অ্যানিলিন

(ii) অ্যালিসাইক্লিক : ইহাদের কাঠামো বেনজিন-বলয়-বর্জিত, ধর্ম অ্যালিফ্যাটিক যৌগের অনুরূপ। ইহারা সংপৃক্ত বা অসংপৃক্ত হইতে পারে। যথা



সাইক্লোপ্রোপেন সাইক্লোহেক্সেন সাইক্লোহেক্সিন



সমগণীয় পর্যায় (homologous series) : শিক্ষার্থীর পক্ষে আশ্বস্ত হওয়ার কথা যে দশ লক্ষাধিক জৈব যৌগ মাত্র মুষ্টিমেয় শ্রেণীতে বিভক্ত ; যথা : হাইড্রোকার্বন (কার্বন ও হাইড্রোজেন-ঘটিত যৌগসমূহ), অ্যালকোহল (হাইড্রক্সিল গ্রুপ,—OH,—বিশিষ্ট অ্যালিফ্যাটিক যৌগ), ইথার (অক্সিজেনের সহিত দুইটি হাইড্রোকার্বন গ্রুপ সংযুক্ত, C – O – C), ইত্যাদি। প্রত্যেক শ্রেণীতে অবশ্য বহুসংখ্যক সদস্য (members) রহিয়াছে ; এক পরিবারভুক্ত লোকের মত ইহাদেরও আকৃতি ও প্রকৃতি-গত সাদৃশ্য লক্ষ্যণীয়। সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন গোষ্ঠীর প্রথম সদস্য মিথেন, CH_4 ; তারপর ইথেন, C_2H_6, প্রোপেন, C_3H_8, বিউটেন, C_4H_{10}, পেনটেন, C_5H_{12}, . . . হেকটেন, $C_{100}H_{202}$, ইত্যাদি। কোন সদস্যের (মিথেন ব্যতীত) আণবিক সংকেত অব্যবহিত অগ্রগামী অপেক্ষা এক CH_2 বেশী (এবং অনুগামী অপেক্ষা এক CH_2 কম)। একটি সাধারণ আণবিক সংকেত যথা C_nH_{2n+2} (n = পূর্ণ সংখ্যা) দ্বারা ইহাদিগকে প্রকাশ করা যায়। এই গোটা গোষ্ঠী সমগণীয় পর্যায় (homologous series) এবং সদস্যগণ সমগণ (homologue) নামে পরিচিত। হাইড্রোকার্বনের মত অ্যালকোহল, ইথার প্রভৃতিও ভিন্ন ভিন্ন সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত।

সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত সদস্যদের বৈশিষ্ট্য

১। ইহাদের অণুর উপাদান অভিন্ন ; যথা সকল অ্যালকোহল C, H এবং O পরমাণু দ্বারা গঠিত।

২। একটি সাধারণ আণবিক সংকেত দ্বারা ইহাদিগকে প্রকাশ করা যায়।

৩। ইহাদের প্রত্যেকের আণবিক সংকেত অব্যবহিত অনুগামী সদস্য অপেক্ষা CH_2 কম।

৪। ইহাদের সাধারণ ধর্ম ও বিক্রিয়া (reactions) মোটামুটি অনুরূপ।

৫। সাধারণতঃ আণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে ইহাদের স্ফুটনাংক ও গলনাংক নিয়মিত ভাবে বৃদ্ধি এবং দ্রবণীয়তা হ্রাস পায়।

৬। অনুরূপ পদ্ধতিতে ইহাদিগকে প্রস্তুত ও শনাক্ত করা যায়।

সমগণীয়তা কেবল বিপুলসংখ্যক জৈব যৌগের পঠন-পাঠন সম্ভব করে নাই, জৈব রসায়নের গবেষণাও সহজ করিয়াছে। যৌগের সংখ্যা প্রতি বৎসর দ্রুত বৃদ্ধি পাইতেছে কিন্তু ইহাতে জৈব রাসায়নবিদ শঙ্কিত নন। কোন সমগণীয় পর্যায়ের একটি সদস্যের প্রস্তুত প্রণালী, ধর্ম, বিক্রিয়া প্রভৃতি জানা থাকিলে ঐ পর্যায়ের অন্যান্যদের সম্বন্ধেও মোটামুটি ধারণা করা চলে। প্রকৃতিজাত অতি জটিল ও বৃহদাকার যৌগের আণবিক গঠন উন্মোচনে ইহা যথেষ্ট সাহায্য করে।

ক্রিয়ামূলক পরমাণু-জোট (functional groups): জৈব যৌগের ধর্ম ও বিক্রিয়া ইহার কার্বন-হাইড্রোজেন-রচিত কাঠামো অপেক্ষা সক্রিয় পরমাণু বা পরমাণু-জোটের উপর অধিকতর নির্ভরশীল। ইহাকে ক্রিয়ামূলক পরমাণু-জোট বলা হয়। সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন ব্যতীত প্রত্যেক সমগণীয় পর্যায়ের একটি বিশেষ সক্রিয় পরমাণু বা পরমাণু-জোট আছে ; যেমন অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ, —OH ; অ্যাসিডের কার্বক্সিল গ্রুপ, —COOH ; অ্যালডিহাইডের —CHO ইত্যাদি। ইহাকে শ্রেণী নির্দেশকও বলা চলে। কোন যৌগে একাধিক এবং বিভিন্ন ক্রিয়ামূলক গ্রুপ থাকিতে পারে ; দৃষ্টান্ত : অকজালিক অ্যাসিড, HOOC—COOH, এবং অ্যামিনোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $H_2N—CH_2—COOH$.

ক্রিয়ামূলক গ্রুপ

নাম	গঠন	যৌগের শ্রেণী	দৃষ্টান্ত
হাইড্রক্সিল	-OH	অ্যালকোহল, ফিনল	C_2H_5-OH, C_6H_5-OH
কার্বনিল	>C=O	অ্যালডিহাইড, কিটোন	CH_3-CHO, CH_3-CO-CH_3
কার্বক্সিল	-C(=O)OH	অ্যাসিড	CH_3-COOH
অ্যামিডো	-CO-NH_2	অ্যামাইড	CH_3-CO-NH_2
অ্যাসিল	R-CO-	অ্যাসিল হ্যালাইড	CH_3-CO-Cl
এস্টার	-COO-R	এস্টার	CH_3-COO-C_2H_5
অ্যানহাইড্রাইড	-CO-O-CO-	অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড	CH_3-CO-O-CO-CH_3
হ্যালাইড	-F, -Cl, -Br, -I	হ্যালোজেন-যুক্ত অণু	C_2H_5I, CH_3Cl
অ্যামিনো	-N(H)H	অ্যামিন	C_6H_5-NH_2
অ্যালকোক্সিল	-O-R	ইথার	C_2H_5-O-C_2H_5
নাইট্রো	-NO_2	নাইট্রো-যৌগ	C_6H_5-NO_2

নাম	গঠন	যৌগের শ্রেণী	দৃষ্টান্ত
সায়ানো	$-C\equiv N$	সায়ানাইড	C_2H_5-CN
সালফোনিক অ্যাসিড	$-SO_2$-OH	সালফোনিক অ্যাসিড	C_6H_5-SO_2-OH
অ্যালকিন	$>C=C<$	অ্যালকিন বা অলিফিন	$CH_2=CH_2$
অ্যালকাইন	$-C\equiv C-$	অ্যাসিটিলিন	$CH\equiv CH$

নামকরণ (nomenclature) : লক্ষ লক্ষ জৈব যৌগের বিজ্ঞানভিত্তিক এবং বৈশিষ্ট্যসূচক নামকরণ কঠিন কাজ। সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত যৌগসমূহের পারিবারিক পদবীর মত একটি শ্রেণীসূচক সাধারণ নাম আছে যথা অ্যালকোহল শ্রেণীর প্রত্যেক সদস্যের নামের শেষে থাকে অ্যালকোহল; মিথাইল অ্যালকোহল, ইথাইল অ্যালকোহল, প্রোপাইল অ্যালকোহল, ইত্যাদি। প্রত্যেককে সহজে শনাক্ত করিতে অপর অংশ রহিয়াছে; মিথাইল, ইথাইল, প্রোপাইল, আইসোপ্রোপাইল ইত্যাদি। গোড়ার দিকে বিজ্ঞানভিত্তিক নামের প্রচলন ছিল না; যৌগের বিশেষ কোন ধর্ম বা আদি উৎস অনুসারে অনেক যৌগের নামকরণ হইয়াছে। এই সকল নাম জনপ্রিয় অতএব অপরিহার্য, পাশাপাশি আজও চালু রহিয়াছে। যেমন উড-স্পিরিট (মিথাইল অ্যালকোহল); আদি উৎস কাঠ; ফরমিক অ্যাসিড, লাল পিঁপড়ে (formic rufa) হইতে প্রথমে প্রস্তুত হইয়াছিল; পিকরিক অ্যাসিড (*picros*, তিক্ত), গ্লুকোজ (*glukus*, মিষ্ট) ইত্যাদি। জনপ্রিয় নাম হইতে যৌগের শ্রেণীর বা আণবিক গঠনের কোনও ইঙ্গিত মিলে না। সমগণীয় পর্যায়ের সকল যৌগের নামকরণ আগাগোড়া সঙ্গতি রাখিয়া এই ভাবে করা অসম্ভব। এই সমস্যার সমাধান করিতে ১৮৯২ খ্রীষ্টাব্দে জেনেভায় আন্তর্জাতিক রাসায়নিক কমিটি মিলিত হন এবং সকল শ্রেণীর জৈব যৌগের একটি বিজ্ঞানসম্মত নামকরণ পদ্ধতি উদ্ভাবন করেন। ইহা "জেনেভা নামকরণ পদ্ধতি" (Geneva system of nomenclature) নামে অভিহিত। ১৯৫৭ খ্রীষ্টাব্দে আন্তর্জাতিক বিশুদ্ধ ও ফলিত রসায়ন সংঘ (International Union of Pure and Applied Chemistry, সংক্ষেপে I.U.P.A.C.) এ সম্বন্ধে অধিকতর ব্যাপক এবং স্পষ্ট নির্দেশ দিয়াছেন। ইহার প্রচলন আজ বিশ্বব্যাপী। নিচে কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল।

যৌগ	জনপ্রিয় সাধারণ নাম	I.U.P.A.C. নাম
$\underset{1}{CH_3}-\underset{2}{CH}(CH_3)-\underset{3}{CH_2}-\underset{4}{CH_3}$	আইসোপেনটেন	2-মিথাইলবিউটেন
CH_3-CH_2-Cl	ইথাইল ক্লোরাইড	1-ক্লোরোইথেন

যৌগ	জনপ্রিয় সাধারণ নাম	I.U.P.A.C. নাম
CH_3-CH_2-CH_2OH	নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল	প্রোপান-1-অল
CH_3-COOH	অ্যাসিটিক অ্যাসিড	ইথানোয়িক অ্যাসিড
CH_3-NH_2	মিথাইলঅ্যামিন	অ্যামিনোমিথেন
CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3	ডাই-ইথাইল ইথার	ইথোক্সিইথেন
$\overset{3}{C}H_3$-$\overset{2}{C}HBr$-$\overset{1}{C}OOH$ β α	α-ব্রোমোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড	2-ব্রোমো-প্রোপানোয়িক অ্যাসিড

পরমাণুর গঠন।—প্রশম (neutral) পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে রহিয়াছে ধনাত্মক বিদ্যুৎ-বাহী (positively charged) প্রোটন (ও প্রশম নিউট্রন), ইহার অদূরে গোলকাকার কক্ষে (spherical orbit) অবিরাম পরিভ্রমণরত ঋনাত্মক বিদ্যুৎবাহী (negatively charged) এবং প্রোটনের সমসংখ্যক ইলেকট্রন। হাইড্রোজেন পরমাণুর গঠন সরলতম, মাত্র একটি প্রোটন ও একটি ইলেকট্রন ইহার উপাদান। পরবর্তী হিলিয়ামে আছে দুই প্রোটন, দুই নিউট্রন ও দুই ইলেকট্রন। ইহা অতীব নিষ্ক্রিয় গ্যাস। কোন কক্ষ-পথে দুইয়ের অধিক ইলেকট্রনের ঠাঁই নাই—ইহাদের গতিপথ বিপরীতমুখী (⇅). কোন পরমাণুর কক্ষবিশেষে একটিমাত্র ইলেকট্রন থাকিলে, তাহা আর একটি আহরণ করিতে উদ্যত হয়। উদ্দেশ্য নিকটবর্তী পূর্ণ-কক্ষ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের অতি স্থিতিশীল গঠন পরিগ্রহণ। এককেন্দ্রিক গোলাকাকার কক্ষ-পথ পর পর অবস্থিত—ইহাদের একটি পূর্ণ হইলে পরেরটিতে ইলেকট্রন স্থান গ্রহণ করে। রসায়ন-বিদের কারবার বহির্বেষ্টনীর ইলেকট্রন (valence electrons) লইয়া কারণ রাসায়নিক বিক্রিয়ামাত্রই এই সকল ইলেকট্রনের লেনদেন। হাইড্রোজেন পরমাণুর বহির্বেষ্টনীতে একটিমাত্র ইলেকট্রন—ইহা অন্য পরমাণু হইতে আর একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হিলিয়ামের গঠন পাইতে সচেষ্ট। সোডিয়ামেরও ঐরকম একটি ইলেকট্রন আছে—ইহা অন্য পরমাণুতে স্থানান্তরিত করিয়া নিকটতম নিষ্ক্রিয় গ্যাস নিয়নের গঠন পায়। পরমাণুর ওজন বৃদ্ধির সহিত ইহার আণবিক গঠন জটিল আকার ধারণ করে। পদার্থবিদ্যা ও গণিত শাস্ত্রের গভীর জ্ঞান ব্যতীত তাহা অনুধাবন করা শক্ত। জৈব রাসায়নবিদের কর্মক্ষেত্র কয়েকটিমাত্র পরমাণুতে সীমাবদ্ধ যথা H, C, N, O, S, F, Cl, Br, I. ইহাদের গঠন মোটামুটি জানিলে রাসায়নিক বিক্রিয়া বুঝিতে পারা যায়। পর্যায় সারণীর (periodic table) প্রথম দশটি মৌল পদার্থের বহির্বেষ্টনীর ইলেকট্রন সংখ্যা এইরূপ:



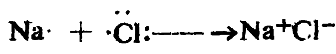
ইহাদের বিভিন্ন কক্ষ-পথে ইলেকট্রনের অবস্থান নিচে দেখান হইল।

পরমাণু	কক্ষ-পথ				
	1s	2s	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$
H	↑				
He	⇅				
Li	⇅	↑			
Be	⇅	⇅			
B	⇅	⇅	↑		
C	⇅	⇅	↑	↑	
N	⇅	⇅	↑	↑	↑
O	⇅	⇅	⇅	↑	↑
F	⇅	⇅	⇅	⇅	↑
Ne	⇅	⇅	⇅	⇅	⇅

কার্বনের বহির্বেষ্টনীতে চারটি ইলেকট্রন আছে (1s ইলেকট্রনদ্বয় কেন্দ্রের অতি নিকটবর্তী এবং দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট, ইহারা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না; হাইড্রোজেন অবশ্য ব্যতিক্রম) আর চারটি পাইলে ইহা নিয়নের অকটেট্ (octet) রূপ পায়। তাই কার্বনের যোজ্যতা (valency) চার। ফ্লোরিনের বহির্বেষ্টনীতে সাতটি ইলেকট্রন রহিয়াছে। আর একটি পাইলে তাহার অকটেট পূর্ণাকার ধারণ করিতে পারে। তাই ফ্লোরিনের যোজ্যতা এক।

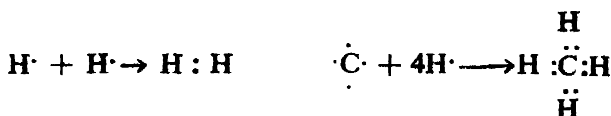
রাসায়নিক বন্ধন (chemical bond) : মৌলিক পদার্থের মধ্যে প্রধানতঃ দুই রকম রাসায়নিক বন্ধনের ফলে নানাবিধ যৌগিক পদার্থের উৎপত্তি হয়। (i) **আয়নিক বন্ধন** (ionic or electrovalent bond): এক পরমাণু হইতে অপর পরমাণুতে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হইলে উভয়ের মধ্যে আয়নিক বন্ধন স্থাপিত হয়। সোডিয়াম পরমাণু বাহিরের সর্বশেষ বেষ্টনীর ইলেকট্রনটি ক্লোরিন পরমাণুতে স্থানান্তরিত করিয়া সোডিয়াম আয়নে, Na^+, পরিণত হয়; ক্লোরিন পরমাণু ইহার বহির্বেষ্টনীর সাতটি ইলেকট্রনের সহিত এই ইলেকট্রনটি যোগ করিয়া ক্লোরাইড আয়নে, Cl^-, রূপান্তরিত হয়। এই ভাবে সোডিয়াম আয়ন পায় নিয়নের গঠন, আর ক্লোরাইড আয়ন পায় আরগণের গঠন। সোডিয়াম ক্লোরাইড স্ফটিকে সোডিয়াম ও ক্লোরাইড আয়ন পজিটিভ এবং নেগেটিভ চার্জের স্বাভাবিক টানে আকৃষ্ট হইয়া ত্রিমাত্রিক জাফরী (lattice) গঠন করে। এই দৃঢ় বন্ধন শিথিল করিতে প্রচুর শক্তির প্রয়োজন হয়। অল্প তাপে তাহা সম্ভব হয় না। কাজেই দেখা যায় অজৈব পদার্থের গলনাংক অত্যধিক। সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে আয়ন রূপে ইহাদের অস্তিত্ব স্বতন্ত্র। ইহারা বিদ্যুৎ পরিবহন করে। কিন্তু কার্যতঃ দ্রবণে

সোডিয়াম ও ক্লোরিনের মধ্যে কোন দৃঢ় বন্ধন নাই এবং NaCl রূপে ইহার কোন অস্তিত্বও নাই। আয়নিক বন্ধন অজৈব যৌগের বৈশিষ্ট্য; প্রায় সমুদয় অজৈব পদার্থের উদ্ভব এই ভাবে।



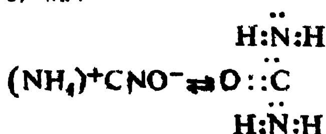
$$Na\cdot + \cdot\ddot{\underset{..}{Cl}}: \longrightarrow Na^{+}Cl^{-}$$

(ii) কোভ্যালেন্ট বন্ধন (covalent bond) : দুই ভিন্ন অথবা অভিন্ন পরমাণুর মধ্যে এক জোড়া ইলেকট্রন ভাগাভাগির নাম কোভ্যালেন্ট বন্ধন। দুই পরমাণু হাইড্রোজেন পরস্পর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনের ভাগীদার হইলে হাইড্রোজেন অণুর উদ্ভব হয়। আপাতদৃষ্টিতে মনে হয় প্রত্যেক হাইড্রোজেনের এক জোড়া ইলেকট্রন আছে। এই ভাবে উভয়ে হিলিয়ামের স্থিতিশীল গঠন লাভ করে। ইলেকট্রন স্থানান্তরিত না হওয়ার ফলে হাইড্রোজেন অণু হাইড্রোজেন পরমাণুর মতই প্রশম (neutral) অর্থাৎ না ঋণাত্মক, না ধনাত্মক। হাইড্রোজেন পরমাণুর বন্ধন সুদৃঢ়; কোন ইলেকট্রন স্বাভাবিক অবস্থান হইতে দূরে সরিতে পারে না। তাই হাইড্রোজেন অণুর গঠন সুনির্দিষ্ট। অনুরূপ ভাবে একটি কার্বন পরমাণু চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া মিথেন, CH_4, উৎপাদন করে।



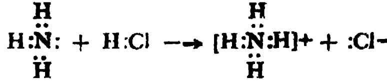
$$H\cdot + H\cdot \rightarrow H:H \qquad \cdot\dot{\underset{\cdot}{C}}\cdot + 4H\cdot \longrightarrow H:\overset{H}{\underset{H}{\ddot{\underset{..}{C}}}}:H$$

এই সকল যৌগ দ্রবীভূত হইলে আয়নে বিয়োজিত হয় না। অতএব দ্রবণ বিদ্যুৎ পরিবহনও করে না। সোডিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে সিলভার নাইট্রেট যোগ করিলে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। কিন্তু ইথাইল ক্লোরাইডের, C_2H_5Cl, দ্রবণে তাহা হয় না। ইহাদের পরমাণুর বন্ধন দৃঢ় হইলেও অণুতে অণুতে আকর্ষণ —কঠিন, তরল কিংবা গ্যাসীয় যে কোন আকারে—দুর্বল। ইহাদিগকে বিচ্ছিন্ন করিতে অধিক শক্তির প্রয়োজন হয় না। সুতরাং আমরা দেখিতে পাই জৈব যৌগের গলনাংক ও স্ফুটনাংক তুলনীয় আণবিক ওজনের অজৈব যৌগ অপেক্ষা অনেক কম। সোডিয়াম ক্লোরাইডের (আণবিক ওজন = 58·50) গলনাংক 801° এবং স্ফুটনাংক 1413° কিন্তু ইথাইল ক্লোরাইডের (আণবিক ওজন = 64·50) যথাক্রমে −138° এবং 13° মাত্র। অজৈব অ্যামোনিয়াম সায়ানেট আয়নিক যৌগ, অ্যামোনিয়াম ও সায়ানেট আয়ন দ্বারা গঠিত। কিন্তু উত্তাপে উহা জৈব যৌগ ইউরিয়ায় রূপান্তরিত হইয়া কোভ্যালেন্ট যৌগের বৈশিষ্ট্য পায়।

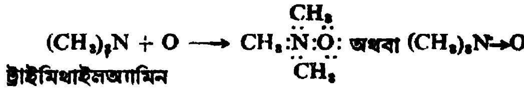


$$(NH_4)^{+}CNO^{-} \rightleftharpoons O::C\begin{matrix} H:\ddot{N}:H \\ \\ H:\ddot{N}:H \end{matrix}$$

কোন কোন কোভ্যালেন্ট বন্ধনের জোড়া ইলেকট্রন একটি পরমাণু জোগায়, অপর পরমাণু তাহা গ্রহণ করিয়া নিজের অকটেট পূর্ণ করে যায়। এখানে আদান-প্রদান হয় না—দান ও দান গ্রহণ হয়। অজৈব অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ইহার দৃষ্টান্ত; জৈব অ্যামিন অক্সাইড অনুরূপ উদাহরণ। তীর চিহ্ন দ্বারা দাতা ও গ্রহীতার সম্পর্ক



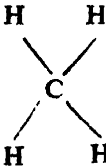
অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড



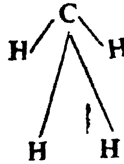
মিথাইলঅ্যামিন অক্সাইড

সূচিত হয়। নিজের দুইটি ইলেকট্রন দান করিয়া নাইট্রোজেন আংশিক ধনাত্মক হয়, অপরের দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া অক্সিজেন আংশিক ঋণাত্মক রূপ পায়। 'আংশিক' যেহেতু কেহই ইলেকট্রন দুইটির পূর্ণ অধিকার লাভ করে না। এই সকল অণুর বৈশিষ্ট্য ইহারা আংশিক আয়নিক, $(CH_3)_3\overset{\delta+}{N}\overset{\delta-}{O}$. জৈব ও অজৈব যৌগের গঠন বৈচিত্র্য তাহাদের ধর্মে ও বিক্রিয়ায় যথেষ্ট পরিস্ফুট কিন্তু উভয়ের সীমারেখা সকল ক্ষেত্রে খুব সুস্পষ্ট নয়।

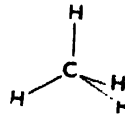
ত্রিমাত্রিক সমাবয়বতা (stereoisomerism) ব্যাখ্যা করিতে ভ্যান্ট হফ্ ও লা বেল্ ১৮৭৪ খ্রীষ্টাব্দে নিরপেক্ষ ভাবে ঘোষণা করেন যে কার্বন পরমাণুর চারটি



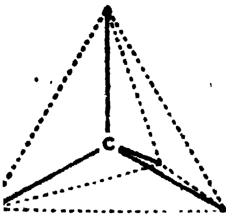
সমচতুর্ভুজ (সমতল)



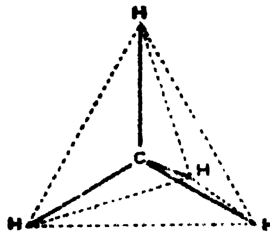
পিরামিড



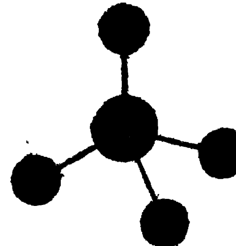
চতুস্তলক



১৪ক নং চিত্র।
কার্বনের বন্ধন



১৪খ নং চিত্র।
মিথেন



১৪গ নং চিত্র।
মিথেন (বল ও কাঠির মডেল)

বন্ধন একটি কাল্পনিক সমচতুস্তলকের (regular tetrahedron) চার কোণের দিকে প্রসারিত ; কার্বন উহার কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত। অর্থাৎ উহারা একই সমতলে অবস্থিত নহে। প্রত্যেক বন্ধনের অবস্থান সুনির্দিষ্ট ; পরস্পরের মধ্যবর্তী কোণ 109°28′. তাঁহাদের এই মতবাদ পরবর্তীকালে পদার্থবিদগণ ভৌত পরিমাপের দ্বারা নির্ভুল প্রমাণিত করিয়াছেন। আইয়োডোক্লোরোমিথেন, CH_2ICl, নামক একটিমাত্র পদার্থ জানা আছে ; কার্বনের চারটি বন্ধন একই সমতলে অবস্থিত হইলে, দুইটি সমাবয়বী যৌগ সম্ভব হইত।

কোভ্যালেন্ট বন্ধনযুক্ত দুইটি অভিন্ন পরমাণু মধ্যবর্তী ইলেকট্রন দুইটিকে সমভাবে আকর্ষণ করে। কাজেই ইহারা উভয় পরমাণু হইতে সমদূরে থাকিয়া ঘুরিতে থাকে ; যেমন H : H অথবা F : F. কিন্তু বিভিন্ন পরমাণুর ক্ষেত্রে ইহার ব্যতিক্রম ঘটে ; হাইড্রোজেনের তুলনায় ক্লোরিনে ধনাত্মক তড়িৎ পরিমাণে অনেক বেশী (ইহাদের মোট প্রোটন সংখ্যা যথাক্রমে ১ এবং ৯)। কাজেই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অণুর ইলেকট্রন ক্লোরিনের দিকে বেশী ঝুঁকিবে প্রধানতঃ এই কারণে। এই ইলেকট্রন আকর্ষণ ক্ষমতা (electronegativity) পরমাণুর গঠনের উপর নির্ভর করে। Pauling পরমাণুর এই আপেক্ষিক ক্ষমতা হিসাব করিয়া সংখ্যায় প্রকাশ করিয়াছেন :

Na	Mg	Al	H	P	I	C	S	Br	Cl	N	O	F
0·9	1·2	1·5	2·1	2·1	2·5	2·5	2·5	2·8	3·0	3·0	3·5	4·0

H : F বা CH_3 : Cl অণুতে এই অসম আকর্ষণ ইহাদের পরমাণুকে আংশিক ধনাত্মক ও আংশিক ঋণাত্মক করে :



$$\overset{\delta+}{H} : \overset{\delta-}{F} \qquad \overset{\delta+}{CH_3} : \overset{\delta-}{Cl}$$

ইহার ফলে ইহাদের বন্ধন কোভ্যালেন্ট হইয়াও আংশিক আয়নিক বৈশিষ্ট্য পায়। ইহাদের ধর্মে ও বিক্রিয়ায় তাহা প্রতিফলিত হয়। মোটামুটি ভাবে বলা চলে উভয় পরমাণুর ইলেকট্রন-আকর্ষণী-শক্তির পার্থক্য 1·7-এর অধিক হইলে তাহাদের বন্ধন আয়নিক এবং 0·9 কিংবা কম হইলে উহা কোভ্যালেন্ট হয়, যদিও ইহার ব্যতিক্রম আছে।

প্রশ্নমালা

১। সমাবয়বতা কাহাকে বলে? উদাহরণসহ বিভিন্ন প্রকারের সমাবয়বতা বর্ণনা কর।

২। জৈব যৌগের শ্রেণী বিভাগ কি ভাবে করা হইয়াছে? প্রত্যেক শ্রেণীর একটি উদাহরণ দাও।

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: সমগণীয় পর্যায়, ক্রিয়ামূলক গ্রুপ, কোভ্যালেন্ট ও আয়নিক বন্ধন।

৪। I.U.P.A.C. পদ্ধতি বলিতে কি বুঝায়? জৈব যৌগসমূহের বিজ্ঞানভিত্তিক নাম জনপ্রিয় নামের বদলে কেন ব্যবহৃত হওয়া উচিত?

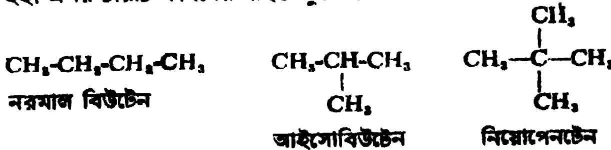
৫। আণবিক সংকেত লিখ: 1-মিথাইলপেনটেন, আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, β-ক্লোরোপ্রোপেন, 2,2-ডাইমিথাইলবিউটেন এবং প্রোপান-1-অল।

চতুর্থ অধ্যায়

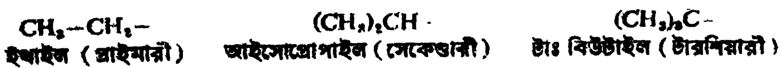
অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বন

প্যারাফিন বা অ্যালকেন (paraffins or alkanes) : সংপৃক্ত, মুক্ত-শৃংখল হাইড্রোকার্বনকে প্যারাফিন বা অ্যালকেন (I.U.P.A.C. নাম) বলা হয়। ইহারা একটি সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত যাহার সাধারণ আণবিক সংকেত C_nH_{2n+2}. এই পর্যায়ের প্রথম সদস্য মিথেন, CH_4. ইহার একটি হাইড্রোজেন নানা সক্রিয় গ্রুপ যথা -OH, -CHO, -COOH, $-NH_2$, প্রভৃতি দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া বিবিধ শ্রেণীর জৈব যৌগ গঠন করা যায়। কার্বন-কাঠামো দীর্ঘতর করিয়া যে কোন অ্যালিফ্যাটিক যৌগ উৎপাদনও সম্ভব। এজন্য মিথেনকে অ্যালিফ্যাটিক যৌগের জননী বলা হয়। রাসায়নিক নিষ্ক্রিয়তার জন্য ইহাদের নাম প্যারাফিন (*parum*, অল্প ; *affinis*, আসক্তি)।

নামকরণ : প্যারাফিন পরিবারের প্রথম চার সদস্যের—যথা মিথেন, ইথেন, প্রোপেন ও বিউটেন—নাম সাধারণ অর্থাৎ জনপ্রিয় কিন্তু বিজ্ঞানসম্মত নয় যেহেতু IUPAC-এর প্রথম অধিবেশনের (1892) পূর্বেই ইহাদের নামকরণ হয়। পরবর্তীদের নাম দেওয়া হইয়াছে ইহাদের অণুতে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা (গ্রীক বা ল্যাটিন ভাষায়) অনুসারে, যেমন পেনটেন,- C_5H_{12}, হেক্সেন, C_6H_{14}, অকটেন, C_8H_{18}, ইত্যাদি। নামের শেষে পারিবারিক পদবীসূচক -এন (ane) হইতে বুঝা যায় ইহারা সংপৃক্ত অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বন। সরল কার্বন-শৃংখলযুক্ত অ্যালকেনকে নরমাল, শাখাযুক্ত হইলে আইসো- বা নিয়ো- বলা হয়; আইসো-তে একটি কার্বন অপর তিনটি এবং নিয়ো-তে ইহা অপর চারটি কার্বনের সহিত যুক্ত থাকে।

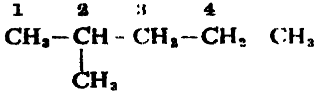


অ্যালকেন অণুর একটি হাইড্রোজেন পরমাণু বিচ্ছিন্ন হইলে একযোজী অ্যালকিল গ্রুপের উদ্ভব হয়, যথা মিথাইল, CH_3-, আইসোপ্রোপাইল, $(CH_3)_2CH$-, নিয়োপেনটাইল, $(CH_3)_3C-CH_2$-, ইত্যাদি। প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যালকিল গ্রুপে কোন একটি কার্বনের সহিত যথাক্রমে দুই, এক এবং শূন্য সংখ্যক হাইড্রোজেন যুক্ত থাকে; যথা

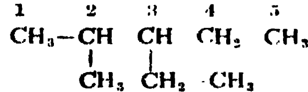


অণুর কোন কার্বন অপর চারটি কার্বনের সহিত যুক্ত থাকিলে তাহাকে কোয়াটারনারি

কার্বন বলে; যথা নিয়োপেনটেনের চারটি মিথাইল গ্রুপ যে কার্বনের সহিত সংযুক্ত। একাধিক শাখাযুক্ত অ্যালকেনের নাম ইহার দীর্ঘতম সরল শৃংখলের নামানুসারে রাখা হইয়াছে। সংখ্যা দ্বারা ইহার কার্বনগুলি এমন ভাবে চিহ্নিত করা হয় যাহাতে শাখার অবস্থান নিম্নতম সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা যায়। গোটা নাম একটি শব্দ হইবে। দৃষ্টান্ত:



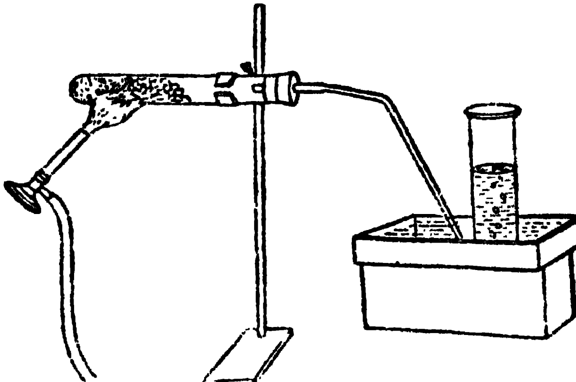
2-মিথাইলপেনটেন
(2-মিথাইল পেনটেন নয়)



2-মিথাইল-3-ইথাইলপেনটেন
(3-ইথাইল-4-মিথাইলপেনটেন নয়)

মিথেন, CH_4. — ভূগর্ভস্থ তৈলকূপ হইতে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া যায়; ইহার প্রধানতম উপাদান (45-97%) মিথেন; অনেক 'শুষ্ক' খনিতে থাকে শুধু প্রাকৃতিক গ্যাস, যেমন উত্তর সাগরের তলদেশস্থিত খনি। কয়লার খনিতে উচ্চ-চাপপিষ্ট মিথেন থাকে; আকস্মিক অগ্নি সংযোগের ফলে সেখানে বায়ু ও মিথেনের মিশ্রণ কখনও কখনও প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটায়। জলা জমিতে উদ্ভিদ পচিয়া মিথেন তৈয়ার হয়; এজন্য ইহার নাম মার্স গ্যাস (marsh gas). কয়লার গ্যাসে 20-30% (আয়তনে) মিথেন থাকে। শহরের আবর্জনা হইতে জমির সার প্রস্তুত কালে প্রচুর মিথেন উৎপন্ন হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **সোডিয়াম অ্যাসিটেট হইতে:** টেস্ট-টিউবে শুষ্ক সোডিয়াম অ্যাসিটেট (1 ভাগ) ও সোডা-চুন (2 ভাগ) গরম করিয়া পরীক্ষাগারে মিথেন তৈয়ার হয়।



১৫নং চিত্র। সোডিয়াম অ্যাসিটেট হইতে মিথেন প্রস্তুতি।

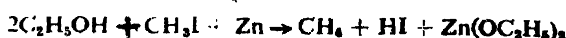
ইহার মুখে নির্গম-নল-যুক্ত ছিপি আঁটিয়া গ্যাস সিলিণ্ডারে মিথেন সংগৃহীত হয় (১৫নং চিত্র)। গাঢ়-কস্টিক-সোডা-দ্রবণে-ডুবানো কলিচুনকে সোডা-চুন বলে। কস্টিক সোডার তুলনায় ইহা কম জলাকর্ষী। অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে সোডা-চুন কার্বক্সিল গ্রুপ, -COOH, বিচ্ছিন্ন করিয়া মিথেন গঠন করে। উৎপাদনের পরিমাণ 75%.



$$CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 + Na_2CO_3$$

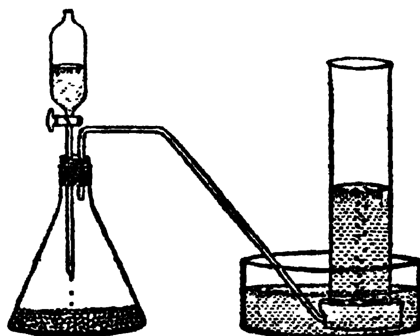
সোডিয়াম অ্যাসিটেট মিথেন

(২) **মিথাইল আইয়োডাইড হইতে:** জায়মান (nascent) হাইড্রোজেন সাধারণ তাপাংকে মিথাইল আইয়োডাইডকে বিশুদ্ধ মিথেনে বিজারিত করে। ইথাইল অ্যালকোহলের সহিত জিংক-কপার কাপল মিশাইলে জায়মান হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। কিউপ্রিক-সালফেটের-জলীয়-দ্রবণে-ডুবানো জিংক কণার নাম জিংক-কপার কাপল। শঙ্কু-কূপীতে (conical flask) কাপল লইয়া বিয়োজী ফানেল হইতে মিথাইল আইয়োডাইড ও শোধিত অ্যালকোহল (rectified spirit) ফোঁটা ফোঁটা যোগ করিলে মিথেন গ্যাস নির্গত হইতে থাকে (১৬নং চিত্র)।



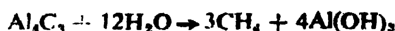
$$2C_2H_5OH + CH_3I + Zn \rightarrow CH_4 + HI + Zn(OC_2H_5)_2$$

ইথাইল অ্যালকোহল, মিথাইল আইয়োডাইড, মিথেন, জিংক ইথোক্সাইড



১৬নং চিত্র। মিথাইল আইয়োডাইড হইতে মিথেন প্রস্তুতি।

(৩) **অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইড হইতে:** যদিও সাধারণ তাপাংকে জল অ্যালুমিনিয়াম কারবাইডকে মিথেনে বিয়োজিত করে, কারবাইডের উপর জলে অদ্রবণীয় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের আস্তরণ পড়ায় মিথেন উৎপাদন ব্যাহত হয়। লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে তাহা হয় না। ১৬নং চিত্রের আয়োজন এজন্য ব্যবহার করা চলে।



$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 3CH_4 + 4Al(OH)_3$$

অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইড মিথেন

(৪) **কার্বন মনোক্সাইড বা ডাইঅক্সাইড হইতে:** অনুঘটকের (catalyst) উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন উচ্চ তাপাংকে কার্বন মনোক্সাইড ও ডাইঅক্সাইডকে মিথেনে বিজারিত করে। অতি সূক্ষ্ম নিকেল কণিকার উপর দিয়া 250° তাপাংকে কার্বন মনোক্সাইড (বা ডাইঅক্সাইড) ও অতিরিক্ত হাইড্রোজেন প্রবাহিত করিলে মিথেন উৎপন্ন হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসে মিথেন প্রচুর পাওয়া যায়, কৃত্রিম উৎপাদন অনাবশ্যক।



$$CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$$



$$CO_2 + 4H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2H_2O$$

ধর্ম : মিথেন বর্ণহীন, গন্ধহীন, দাহ্য গ্যাস কিন্তু বিষাক্ত নহে। ইথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন ও ইথারে ইহা দ্রবণীয় কিন্তু জলে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা বায়ু অপেক্ষা হালকা; মিথেন ও বায়ুর মিশ্রণ অগ্নি সংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড, উত্তপ্ত কস্টিক সোডা, ক্রোমিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, শীতল ব্রোমিন ইত্যাদিতে মিথেন অবিকৃত থাকে।

বিক্রিয়া : (১) **তাপের প্রভাব :** 1200°C তাপাংকে মিথেনের বিয়োজন সামান্য। বায়ুতে মিথেন পীতাভ নীল শিখায় জ্বলিতে থাকে; পূর্ণ দহনের ফল কার্বন ডাইঅক্সাইড, জল এবং 1013 B.T.U./cu ft উত্তাপ।



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

(২) **হ্যালোজেনের সহিত :** অনুজ্জ্বল দিবালোকে সাধারণ তাপাংকে ক্লোরিন ধীরে ধীরে মিথেনের হাইড্রোজেন একে একে প্রতিস্থাপিত করে; অতিরিক্ত ক্লোরিন থাকিলে অবশেষে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। ইহাকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (substitution reaction) বলে।



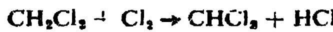
$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$

মিথেন মিথাইল ক্লোরাইড



$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

মিথাইল ক্লোরাইড মিথিলিন ক্লোরাইড



$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$$

মিথিলিন ক্লোরাইড ক্লোরোফরম



$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$

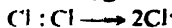
ক্লোরোফরম কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

চারটির মিশ্রণ হইতে কোনটিকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করা শক্ত। আলোর অনুপস্থিতিতে এই বিক্রিয়া ঘটে না। কিন্তু উজ্জ্বল সূর্যালোকে কিংবা অতি বেগুনী আলোকে (ultraviolet light) এই বিক্রিয়া প্রবল আকার ধারণ করে; ক্লোরিন ও মিথেনের মিশ্রণ প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটায় এবং মিথেন কার্বন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়।



$$CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow C + 4HCl$$

(i) আলোর তেজ ক্লোরিন অণু ভাঙিয়া পরমাণু সৃষ্টি করে।



$$Cl:Cl \xrightarrow{h\nu} 2Cl\cdot$$

ইহার নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জুড়ি ইলেকট্রন পাইতে অতি তৎপর।

(ii) মিথেন হইতে হাইড্রোজেন পরমাণু বিচ্ছিন্ন করিয়া ইহা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। মিথেন এই ভাবে বিমুক্ত মিথাইল পরমাণু-জোটে (free radical) পরিণত হয়।



$$CH_4 + Cl\cdot \longrightarrow H:Cl + CH_3\cdot$$

(iii) অতি সক্রিয় মিথাইল র‍্যাডিক্যাল ক্লোরিন অণু হইতে এক পরমাণু ছিনাইয়া লয়, ফলে মিথাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



$$CH_3\cdot + Cl{:}Cl \longrightarrow CH_3{:}Cl + Cl\cdot$$

এই শৃংখল-বিক্রিয়া (chain reaction) চলিতে থাকে যতক্ষণ না মিথেন কিংবা ক্লোরিন নিঃশেষিত অথবা দুই $CH_3\cdot$ ইথেনে পরিণত হয়। উপজাত সামান্য ইথেন এই ভাবে পাওয়া যায়।



$$CH_3\cdot + CH_3\cdot \longrightarrow CH_3{:}CH_3$$

ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের অনুরূপ কিন্তু গতি মন্থর। আইয়োডিন আপাতদৃষ্টিতে নিষ্ক্রিয়। ইহার বিক্রিয়া উভয়মুখী (reversible reaction) এবং সমান গতিতে চলে; কাজেই উৎপন্ন মিথাইল আইয়োডাইড সঙ্গে সঙ্গে মিথেনে বিজারিত হয়।



$$CH_4 + I_2 \rightleftharpoons CH_3I + HI$$

মিথেন মিথাইল আইয়োডাইড

(৩) নাইট্রেশন: 350-400° তাপাংকে বাষ্পীয় নাইট্রিক অ্যাসিড ও মিথেন প্রধানতঃ নাইট্রোমিথেনে রূপান্তরিত হয়। সাধারণ অবস্থায় ইহাদের মধ্যে কোন বিক্রিয়া ঘটে না।



$$CH_4 + HNO_3 \longrightarrow CH_3NO_2 + H_2O$$

মিথেন নাইট্রোমিথেন

(৪) জারণ (oxidation): 200° তাপাংকে কপারের উপস্থিতিতে অক্সিজেন মিথেনকে মিথাইল অ্যালকোহলে জারিত করে। অক্সিজেনের পরিমাণ যথেষ্ট হইলে ফরম্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।



$$2CH_4 + O_2 \longrightarrow 2CH_3OH \qquad CH_4 + O_2 \longrightarrow HCHO + H_2O$$

মিথেন মিথাইল অ্যালকোহল মিথেন ফরম্যালডিহাইড

(৫) স্টীমের সহিত: 850° তাপাংকে প্রাকৃতিক গ্যাস (মিথেন) ও স্টীম নিকেল কণিকার উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে কার্বন মনোঅক্সাইড ও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়। এই গ্যাস মিশ্রণ হইতে কারখানায় মিথাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়।



$$CH_4 + H_2O \longrightarrow CO + 3H_2$$

জমির সারের জন্য অ্যামোনিয়াম সালফেট দরকার। হ্যাবার পদ্ধতিতে নাইট্রোজেন ও প্রাকৃতিক গ্যাসের এই হাইড্রোজেন হইতে কৃত্রিম অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। মিথেন ও স্টীম হইতে উৎপন্ন কার্বন মনোঅক্সাইড পুনরায় স্টীমসহ 500° তাপাংকে ফেরিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে আরও হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।



$$CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$$

ব্যবহার: (i) রন্ধনে ও কারখানায় মিথেন অন্যতম প্রধান জ্বালানি। (ii) মিথেন হইতে অ্যাসিটিলিন, মিথাইল অ্যালকোহল ও ফরম্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। (iii) অপ্রচুর

অক্সিজেনে দহন করিয়া মিথেন হইতে ভুসা কালি (carbon black) প্রস্তুত হয়; ছাপাখানার কালি, গাড়ীর টায়ার, টাইপরাইটারের ফিতা প্রভৃতিতে ইহার প্রয়োজন।

ইথেন, C_2H_6.—মিথেনের সঙ্গে ইথেনও প্রাকৃতিক গ্যাসে আছে কিন্তু পরিমাণ অল্প (5-10%). অশোধিত খনিজ তৈলে এবং কয়লার গ্যাসে সামান্য ইথেন থাকে। খনিজ তৈলের ভারী ভাগ উচ্চ তাপে আংশিক বিয়োজিত করিয়া গ্যাসোলিন তৈয়ার হয়। ইথেন এই পদ্ধতির উপজাত দ্রব্য।

প্রস্তুত প্রণালী : (১) **সোডিয়াম প্রোপাইয়োনেট হইতে :** প্রবল উত্তাপে সোডা-চুন সোডিয়াম প্রোপাইয়োনেটকে ইথেনে বিয়োজিত করে যেমন করে সোডিয়াম অ্যাসিটেটকে মিথেনে।

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}COONa + NaOH \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + NaCO_3$$

সোডিয়াম প্রোপাইয়োনেট ইথেন

(২) **ইথাইল আইয়োডাইড হইতে :** সাধারণ তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহল ও জিংক-কপার কাপল ইথাইল আইয়োডাইডকে ইথেনে বিজারিত করে যেমন করে মিথাইল আইয়োডাইডকে মিথেনে।

$$CH_3\text{-}CH_2I + 2H \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + HI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথেন

(৩) **ভূর্টজ বিক্রিয়া (Wurtz reaction) : মিথাইল আইয়োডাইড হইতে :** ইথার-আবৃত সোডিয়াম ধাতুর সহিত শীতল অবস্থায় মিথাইল আইয়োডাইড যোগ করিয়া মিশ্রণ ঈষৎ উষ্ণ করিলে ইথেন পাওয়া যায়। ইথার নির্জল এবং সোডিয়াম নির্মল হওয়া চাই। উৎপাদনের পরিমাণ সন্তোষজনক নয়।

$$2CH_3I + 2Na \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + 2NaI$$

মিথাইল আইয়োডাইড ইথেন

(৪) **কোলবে সংশ্লেষণ (Kolbe synthesis) : সোডিয়াম অ্যাসিটেট হইতে :** সোডিয়াম অ্যাসিটেটের গাঢ় জলীয় দ্রবণ প্ল্যাটিনাম ইলেকট্রোডের সাহায্যে তড়িদ্-বিশ্লেষ (electrolysis) করিলে ইথেন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড অ্যানোডে জমা হয়। সোডিয়াম ও জলের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্যাথোডে যায়।

এই বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে।

$$2CH_3\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}O^- \xrightarrow[-2e]{\text{জারণ}} 2CH_3\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}O\cdot \xrightarrow{-2CO_2} 2CH_3\cdot \longrightarrow CH_3\text{—}CH_3$$

কার্বক্সিলেট আয়ন   কার্বক্সিলেট র‍্যাডিক্যাল   মিথাইল র‍্যাডিক্যাল   ইথেন

(৫) **ইথিলিন বা অ্যাসিটিলিন হইতে :** 250° তাপাংকে অতি সূক্ষ্ম নিকেল কণিকার

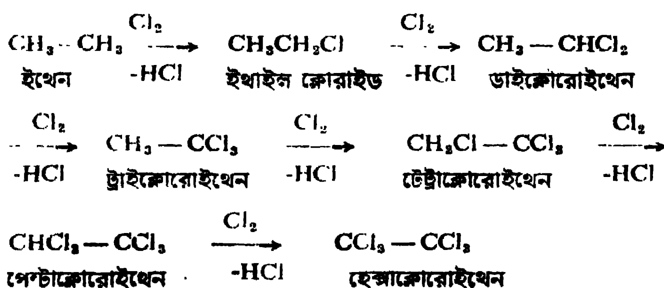
উপর দিয়া ইথিলিন (অথবা অ্যাসিটিলিন) এবং হাইড্রোজেন প্রবাহিত করিলে ইথেন পাওয়া যায়। অনুঘটক প্ল্যাটিনাম বা প্যালাডিয়াম হইলে উত্তাপ নিষ্প্রয়োজন।



$$CH_2=CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 \qquad CH\equiv CH + 2H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3$$

ইথিলিন ইথেন অ্যাসিটিলিন ইথেন

ধর্ম: ইথেন ও মিথেনের প্রকৃতি এবং বিক্রিয়ায় যথেষ্ট মিল আছে। মিথেনের মত ইথেন বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস; দাহ্য এবং জলে প্রায় অদ্রবণীয়। অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। আলোতে ক্লোরিনের সহিত ইথেনের বিক্রিয়া মিথেনের মত।

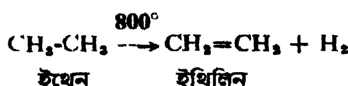


$$\underset{\text{ইথেন}}{CH_3\text{-}CH_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{ইথাইল ক্লোরাইড}}{CH_3CH_2Cl} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{ডাইক্লোরোইথেন}}{CH_3—CHCl_2}$$

$$\xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{ট্রাইক্লোরোইথেন}}{CH_3—CCl_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{টেট্রাক্লোরোইথেন}}{CH_2Cl—CCl_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2}$$

$$\underset{\text{পেণ্টাক্লোরোইথেন}}{CHCl_2—CCl_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{হেক্সাক্লোরোইথেন}}{CCl_3—CCl_3}$$

শিল্পে 800° তাপাংকে ইথেন হইতে ইথিলিন ও হাইড্রোজেন প্রস্তুত হয়।



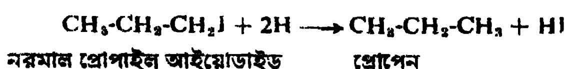
$$\underset{\text{ইথেন}}{CH_3\text{-}CH_3} \xrightarrow{800^\circ} \underset{\text{ইথিলিন}}{CH_2=CH_2} + H_2$$

ব্যবহার: ইথেন হইতে ইথাইল ক্লোরাইড ও ইথিলিন উৎপন্ন হয়।

প্রোপেন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$.—প্রাকৃতিক গ্যাসে প্রোপেনের সর্বাধিক পরিমাণ মাত্র 5% কিন্তু অশোধিত তৈলে যথেষ্ট প্রোপেন থাকে। পেট্রোলিয়াম শিল্পে ইহা উপজাত দ্রব্য; তৈলের ভারী অংশ গ্যাসোলিনে রূপান্তরিত করিবার সময় প্রচুর প্রোপেন উৎপন্ন হয়।

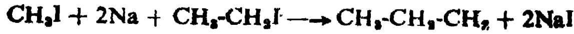
প্রস্তুত প্রণালী: (১) **প্রাকৃতিক গ্যাস হইতে:** বিশেষ ধরনের সক্রিয় কাঠকয়লার (active charcoal) ভিতর দিয়া প্রাকৃতিক গ্যাস প্রবাহিত করিলে কেবল প্রোপেন বিশোষিত হয়। অতঃপর কাঠকয়লার ভিতর দিয়া স্টীম চালনা করিলে প্রোপেন পাওয়া যায়।

(২) **নরমাল প্রোপাইল আইয়োডাইড হইতে:** সাধারণ তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহল ও জিংক-কপার কাপল নরমাল (কিংবা আইসো) প্রোপাইল আইয়োডাইডকে যথারীতি প্রোপেনে বিজারিত করে।



$$\underset{\text{নরমাল প্রোপাইল আইয়োডাইড}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2I} + 2H \longrightarrow \underset{\text{প্রোপেন}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3} + HI$$

(৩) **ভুর্তজ বিক্রিয়া দ্বারা:** নির্জল ইথারে মিথাইল আইয়োডাইড ও ইথাইল আইয়োডাইডের মিশ্রণ (1 : 1) এবং সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় প্রধানতঃ প্রোপেন পাওয়া যায়। কিছু ইথেন ও নরমাল বিউটেন এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়।



$$CH_3I + 2Na + CH_3\text{-}CH_2I \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2NaI$$

মিথাইল আইয়োডাইড ইথাইল আইয়োডাইড প্রোপেন



$$2CH_3I + 2Na \longrightarrow CH_3\text{-}CH_3 + 2NaI$$

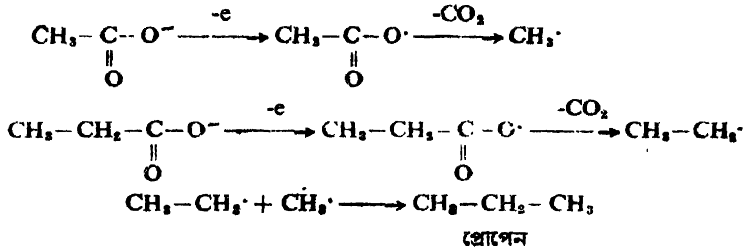
মিথাইল আইয়োডাইড ইথেন



$$2CH_3\text{-}CH_2I + 2Na \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2NaI$$

ইথাইল আইয়োডাইড নরমাল বিউটেন

(৪) **তড়িদ্‌বিশ্লেষ দ্বারা :** সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও সোডিয়াম প্রোপাইয়োনেটের গাঢ় জলীয় দ্রবণ তড়িদ্‌বিশ্লেষ করিলে প্রোপেন পাওয়া যায়।



$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^- \xrightarrow{-e} CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^\cdot \xrightarrow{-CO_2} CH_3^\cdot$$

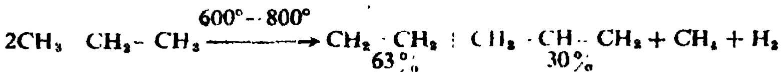
$$CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^- \xrightarrow{-e} CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^\cdot \xrightarrow{-CO_2} CH_3-CH_2^\cdot$$

$$CH_3-CH_2^\cdot + CH_3^\cdot \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_3$$

প্রোপেন

ধর্ম : মিথেন ও ইথেনের সহিত প্রোপেনের আকৃতি ও প্রকৃতিগত সাদৃশ্য সুস্পষ্ট ; প্রোপেন বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস, জলে অদ্রবণীয়। দাহ্য কিন্তু বিষাক্ত নয়। মিথেন ও ইথেন অপেক্ষা প্রোপেন অধিকতর সক্রিয়। ক্লোরিনের সহিত প্রোপেনের বিক্রিয়া মিথেন ও ইথেনের অনুরূপ। শীতল না করিয়া শুধু চাপ প্রয়োগে প্রোপেন তরল আকার ধারণ করে।

ব্যবহার : তরলীকৃত প্রোপেন রান্নার জ্বালানি। দ্রাবক নাইট্রোপ্রোপেন ও সংজ্ঞাহারক ঔষধ সাইক্লোপ্রোপেন প্রোপেন হইতে প্রস্তুত হয়। প্রোপেনের ব্যাপক ব্যবহার হিমায়নেও (refrigeration). উচ্চ তাপাংকে প্রোপেন বিয়োজিত করিলে ইথিলিন ও প্রপিলিন পাওয়া যায়। শিল্পে ইহাদের প্রচুর চাহিদা।



$$2CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow{600^\circ-800^\circ} \underset{63\%}{CH_2=CH_2} + \underset{30\%}{CH_2=CH-CH_3} + CH_4 + H_2$$

নরমাল বিউটেন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, এবং **আইসোবিউটেন,** $(CH_3)_3CH$, খনিজ তৈলে প্রচুর থাকে কিন্তু প্রাকৃতিক গ্যাসে সামান্য (অনধিক 1%)। তরলীকৃত পেট্রোলিয়াম গ্যাস (L.P.G. liquefied petroleum gas) জ্বালানিতে 90% প্রোপেন, 5% ইথেন ও 2.5% বিউটেন থাকে। শীতপ্রধান দেশে বাসগৃহ গরম রাখিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

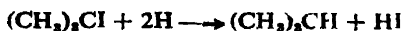
প্রস্তুত প্রণালী : সাধারণ তাপাংকে ইথারে ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় নরমাল বিউটেন উৎপন্ন হয়।



$$2CH_3\text{-}CH_2I + 2Na \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2NaI$$

ইথাইল আইয়োডাইড নরমাল বিউটেন

ইথাইল অ্যালকোহল ও জিংক-কপার কাপল বিনা তাপে টারশিয়ারী বিউটাইল আইয়োডাইডকে আইসোবিউটেনে বিজারিত করে।

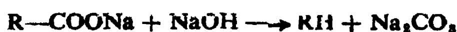


$$(CH_3)_3CI + 2H \longrightarrow (CH_3)_3CH + HI$$

টারশিয়ারী বিউটাইল আইয়োডাইড আইসোবিউটেন.

তরলীকৃত নরমাল বিউটেন (স্ফুটনাঙ্ক -0.6°) ও আইসোবিউটেন (স্ফুটনাংক -10.2°) নিম্ন চাপে আংশিক-পাতন করিয়া পৃথক করা চলে। মোটর গাড়ীর ইঞ্জিনে আইসোবিউটেন নিঃশব্দে শক্তি যোগায় কিন্তু নরমাল বিউটেন জ্বলিবার সময় জোরে ঝাঁকানি দেয়; ইহাতে শক্তির অপচয় ঘটে। তৈল শোধনাগারে নরমাল বিউটেনকে 100° তাপাংকে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে আইসোবিউটেনে রূপান্তরিত করা হয়। আইসোবিউটেন নরমাল বিউটেন অপেক্ষা বেশী সক্রিয়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট আইসোবিউটেনকে দ্রুত টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহলে, $(CH_3)_3C\text{-}OH$, জারিত করে কিন্তু নরমাল বিউটেনকে পারে না। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড আইসোবিউটেনকে সালফোনিক অ্যাসিডে, $(CH_3)_3C\text{-}SO_3H$, এবং গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড নাইট্রো-যৌগে, $(CH_3)_3C\text{-}NO_2$, রূপান্তরিত করে। নরমাল বিউটেন উভয় ক্ষেত্রেই অবিকৃত থাকে। নরমাল বিউটেন উত্তপ্ত ক্রোমিক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে বিউটাডাইয়িন, $CH_2{=}CH-CH{=}CH_2$, পাওয়া যায়; ইহা কৃত্রিম রবারের অন্যতম উপাদান।

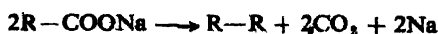
অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে কার্বক্সিল গ্রুপ বিচ্ছিন্ন করিয়া: সোডা-চুন ফ্যাটি অ্যাসিডের শুষ্ক সোডিয়াম লবণকে প্রবল উত্তাপে অ্যালকেনে বিয়োজিত করে। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প; অ্যালকেন অণুর কার্বন সংখ্যা অ্যাসিডের কার্বন সংখ্যা অপেক্ষা এক কম।



$$R{-}COONa + NaOH \longrightarrow RH + Na_2CO_3$$

ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ অ্যালকেন

(২) ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণ হইতে তড়িদবিশ্লেষ করিয়া: ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম কিংবা পটাশিয়াম লবণের গাঢ় জলীয় দ্রবণ প্ল্যাটিনাম ইলেকট্রোডের সাহায্যে তড়িদ্‌বিশ্লেষ করিলে অ্যানোডে অ্যালকেন পাওয়া যায়। উৎপন্ন অ্যালকেনের অণুতে অ্যাসিডের কার্বন সংখ্যার দ্বিগুণ অপেক্ষা দুই কম কার্বন থাকে।



$$2R-COONa \longrightarrow R{-}R + 2CO_2 + 2Na$$

সোডিয়াম লবণ অ্যালকেন

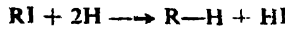
(৩) ভুর্তজ বিক্রিয়া দ্বারা: ইথারে অ্যালকিল আইয়োডাইড ও সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় সাধারণ তাপাংকে অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়া চালু করিতে গোড়ার দিকে সামান্য উত্তাপ আবশ্যক হইতে পারে। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প।



$$2RI + 2Na \longrightarrow R{-}R + 2NaI$$

অ্যালকিল আইয়োডাইড অ্যালকেন

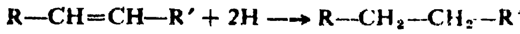
(৪) **অ্যালকিল হ্যালাইড বিজারণ করিয়া :** শোধিত ইথাইল অ্যালকোহল ও জিংক-কপার কাপল অ্যালকিল আইয়োডাইডকে অ্যালকেনে বিজারিত করে।



$$RI + 2H \longrightarrow R{-}H + HI$$

অ্যালকিল আইয়োডাইড অ্যালকেন

(৫) **অ্যালকিন ও অ্যালকাইন হইতে :** অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনসমূহ (দ্বিবন্ধ- কিংবা ত্রিবন্ধ-যুক্ত) প্ল্যাটিনাম অথবা র‍্যানি নিকেলের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোজন করিয়া সংপৃক্ত অ্যালকেনে পরিণত হয়।



$$R{-}CH{=}CH{-}R' + 2H \longrightarrow R{-}CH_2{-}CH_2{-}R'$$

অ্যালকিন অ্যালকেন



$$R{-}C{\equiv}C{-}R' + 4H \longrightarrow R{-}CH_2{-}CH_2{-}R'$$

অ্যালকাইন অ্যালকেন

সাধারণ ধর্ম : স্বাভাবিক চাপে ও ঘরের তাপাংকে মিথেন, ইথেন, প্রোপেন ও বিউটেন গ্যাসীয় ; অপর সকলে হয় তরল, নয় কঠিন। তরল অবস্থায় ইহাদের স্ফুটনাংক আণবিক ওজনের সঙ্গে প্রায় আনুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়। সাধারণতঃ দুই সমাবয়বীর ক্ষেত্রে নরমাল অ্যালকেনের স্ফুটনাংক শাখা-যুক্ত অ্যালকেনের চেয়ে অধিক। তরল ও কঠিন অ্যালকেনের ঘনত্ব ইহাদের আণবিক ওজনের সহিত বৃদ্ধি পায়। ইহারা জল অপেক্ষা লঘুতর (আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.554 হইতে 0.775) এবং জলে অদ্রবণীয় কিন্তু বেনজিন, ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার প্রভৃতিতে সহজে দ্রবণীয়।

সাধারণ বিক্রিয়া : (১) জারণ : অ্যালকেন সহজ-দাহ্য ; অতিরিক্ত বায়ু কিংবা অক্সিজেনে দহনে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। অপ্রচুর বায়ু কিংবা অক্সিজেনে কার্বন মনোঅক্সাইড ও কার্বন (ভুসার আকারে) পাওয়া যায়।



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$



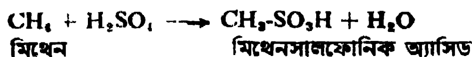
$$CH_3{-}CH_3 + 3\tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

(২) **হ্যালোজেনেশন :** আলোক কিংবা অনুঘটকের উপস্থিতিতে ক্লোরিন অ্যালকেনের হাইড্রোজেন পর পর প্রতিস্থাপিত করে ; ক্লোরিনেটেড অ্যালকেন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া অনুরূপ কিন্তু গতি মন্থর। আইয়োডিন বাহ্যতঃ নিষ্ক্রিয়। উপযুক্ত কোন জারক (যথা নাইট্রিক অ্যাসিড) দ্বারা উৎপন্ন হইবামাত্র হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড বিনষ্ট করিতে পারিলে, অ্যালকেন ও আইয়োডিনের বিক্রিয়ায় আইয়োডো-অ্যালকেন পাওয়া যায়। উজ্জ্বল সূর্যালোকে কিংবা অতি বেগুণী আলোকে ক্লোরিন অ্যালকেনকে অ্যালকিল ক্লোরাইড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত করে।

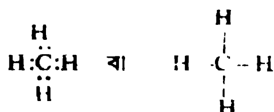
(৩) **নাইট্রেশন :** 400°-450° তাপাংকে অ্যালকেন ও নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রো-অ্যালকেন পাওয়া যায়। বায়ুর স্বাভাবিক চাপে প্রোপেন ও নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে এই ভাবে নাইট্রোমিথেন, নাইট্রোইথেন, 1-নাইট্রোপ্রোপেন ও 2-নাইট্রোপ্রোপেনের

মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। ইহাদের স্ফুটনাংকের ব্যবধান যথেষ্ট; আংশিক পাতন দ্বারা পৃথক করা যায়।

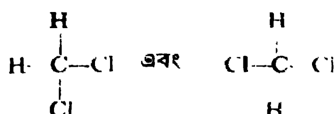
(৪) **সালফোনেশন:** ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড 400° তাপাংকে নরমাল অ্যালকেনের একটি হাইড্রোজেন সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ, $-SO_3H$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যালকেনসালফোনিক অ্যাসিড, $R-SO_3H$, উৎপাদন করে। মিথেন ও ইথেন হইতে যথাক্রমে মিথেনসালফোনিক অ্যাসিড ও ইথেনসালফোনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



মিথেনের আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ হইতে মিথেনের স্থূল সংকেত CH_4. বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইহার আণবিক সংকেতও CH_4. (ii) এক পরমাণু চতুর্যোজী (tetravalent) কার্বন এবং চার পরমাণু একযোজী (univalent) হাইড্রোজেনের মিলনে উদ্ভূত মিথেনের একটি মাত্র আণবিক গঠন সম্ভব:

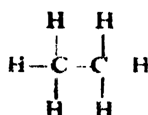


(iii) কার্বনের চারটি বন্ধন সমতুল্য (equivalent) এবং সকল হাইড্রোজেন পরমাণু কার্বনের সহিত সমভাবে যুক্ত কারণ একাধিক মনোক্লোরোমিথেন (মিথাইল ক্লোরাইড), CH_3Cl, জানা নাই। মিথেন অণু সমতলীয় (planar) হইলে সমাবয়বী দুইটি মিথিলিন ক্লোরাইড, CH_2Cl_2, সম্ভব হইত। যথা:



বস্তুতঃ মিথেনের কার্বন পরমাণু একটি সমচতুস্তলকের (regular tetrahedron) কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত; চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু ইহার চার কোণে রহিয়াছে (১৪খ নং চিত্র, পৃ: ৩৫)।

ইথেনের আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ হইতে ইথেনের স্থূল সংকেত CH_3 এবং বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইহার আণবিক সংকেত C_2H_6. (ii) কার্বন এবং হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতা অনুসারে ইথেনের আণবিক গঠন হওয়া উচিত



ভুর্তজ বিক্রিয়ায় মিথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম ধাতু হইতে ইথেনের উৎপত্তি, ইহা হইতে প্রমাণিত হয় যে ইথেনে উভয় কার্বন পরমাণু সরাসরি যুক্ত।



$$CH_3I + 2Na + CH_3I \rightarrow CH_3{-}CH_3 + 2NaI$$

মিথাইল আইয়োডাইড ইথেন

ইথেনেও সকল হাইড্রোজেন পরমাণু কার্বন পরমাণুর সহিত সমভাবে যুক্ত, শূন্যে (in space) ইহাদের ত্রিমাত্রিক অবস্থানও মিথেনের অনুরূপ।

প্যারাফিন, অ্যালকেন, C_nH_{2n+2}

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আপেক্ষিক গুরুত্ব
মিথেন	CH_4	—186	—166	0.554
ইথেন	C_2H_6	—172	—89	0.546
প্রোপেন	C_3H_8	—190	—44	0.585
নরমাল বিউটেন	C_4H_{10}	—135	—0.6	0.601
আইসোবিউটেন	"	—145	—10.2	0.604
নরমাল পেনটেন	C_5H_{12}	—130	36	0.630
আইসোপেনটেন	"	—160	28	0.620
নিয়োপেনটেন	"	—19.5	9.5	0.613
নরমাল হেক্সেন	C_6H_{14}	—94	69	0.660
নরমাল হেপটেন	C_7H_{16}	—90	98	0.684
নরমাল অকটেন	C_8H_{18}	—56	126	0.707

পেট্রোলিয়াম: পৃথিবীর অল্প কয়েকটি দেশের খনিজ তৈল সম্পদ বিপুল, যথা: সৌদি আরব, সোভিয়েট রাশিয়া, কুয়াইত, ইরাণ, যুক্তরাষ্ট্র এবং ইরাক। দুনিয়ার পেট্রোলিয়াম ভাণ্ডারের মাত্র 0·4% আছে ভারতবর্ষের ডিগবয়ে এবং আংক্লেশ্বরে। সম্প্রতি বোম্বে হাই সমুদ্রগর্ভে প্রচুর তৈলের সন্ধান মিলিয়াছে। বিজ্ঞানীরা মনে করেন ভূপৃষ্ঠের উদ্ভিদ ও সামুদ্রিক প্রাণী প্রবল চাপ ও উত্তাপে বিয়োজিত হওয়ার ফলে খনিজ তৈলের উৎপত্তি। ইহা প্রধানতঃ সংপৃক্ত হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ (98%); অবশিষ্ট অংশ অন্যান্য হাইড্রোকার্বন, নাইট্রোজেন- ও সালফার-ঘটিত যৌগ। মিথেন হইতে হেক্সাকনটেন, $C_{60}H_{122}$, পর্যন্ত অ্যালকেন, 5–6 কার্বনযুক্ত সাইক্লোঅ্যালকেন, বেনজিন, টলুইন প্রভৃতি অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন পেট্রোলিয়ামে পাওয়া যায়। প্রাকৃতিক গ্যাস (প্রধানতঃ মিথেন এবং ইথেন, কিছু প্রোপেন, বিউটেন, পেনটেন, সামান্য কার্বন ডাইঅক্সাইড, হাইড্রোজেন সালফাইড ও নাইট্রোজেনের মিশ্রণ) সকল খনিজ তৈলের সাধারণ উপাদান। পেট্রোলিয়াম শোধনের প্রধান উদ্দেশ্য ইহাকে শিল্প ও বাণিজ্যে ব্যবহৃত বিবিধ অংশে ভাগ করা, যথা: গ্যাসোলিন, কেরোসিন, ডিজেল তৈল, প্যারাফিন মোম, শিলাজতু (asphalt) প্রভৃতি। অশোধিত খনিজ তৈল অবদ্রবের (emulsion) আকারে থাকে; ইহার রং গাঢ় হলুদ, বাদামী বা সবুজ। উত্তাপে দুই স্তরে বিভক্ত হয়; উপরে তৈল এবং নিচের স্তরে লবণ ও বালিমাটি-মিশ্রিত জল।

নির্জল তৈল আংশিক পাতন করিলে প্রথমে দ্রবীভূত গ্যাস নির্গত হয়। ইহা সাধারণতঃ জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। বাজারের চাহিদা অনুসারে তরল অংশ কয়েক ভাগে বিভক্ত করা হয়। ইহাদের উপাদান এবং স্ফুটনাংকের বিস্তার (range) বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন। যুক্তরাষ্ট্রের খনিজ তৈলের বিবিধ অংশ এই রকম :

স্ফুটনাংকের বিস্তার	মোটামুটি গঠন	অংশের নাম	উপাদানের পরিমাণ %	প্রধান ব্যবহার
40°-200°	C_5-C_{11}	গ্যাসোলিন বা পেট্রল	43.5	মোটরযানের জ্বালানি
200°-300°	C_{12}-C_{16}	কেরোসিন বা ন্যাপথা তৈল	5.2	রান্নার জ্বালানি, জেট বিমানের জ্বালানি, আলোক উৎপাদনে
300°-র উর্ধ্বে	C_{13}-C_{18}	গ্যাস তৈল, জ্বালানি তৈল বা ডিজেল তৈল	17.5	ডিজেল ইঞ্জিনের জ্বালানি
নিম্ন চাপে পাতিত	C_{16}-C_{22}	সংঘর্ষ হ্রাসকারী তৈল (lubricating oil)	24.2	সংঘর্ষ হ্রাসের জন্য
,,	C_{20}-C_{30}	প্যারাফিন মোম	0.2	মোমবাতি ও তৈলাক্ত কাগজ
অবশেষ	C_{30}-C_{40}	অ্যাসফালট বা বিটুমেন	3.4	রাস্তা তৈয়ারীর কাজে
	—	অন্যান্য দ্রব্য	6.0	—

কোন কোন শোধনাগারে গ্যাসোলিনকে পুনরায় আংশিক পাতন করিয়া চার ভাগ করা হয়: (i) পেট্রোলিয়াম ইথার (স্ফুটনাংক 40°-70°); ইহা বহুবিধ দ্রব্যের দ্রাবক, বিনা জলে কাপড় কাচিতেও (dry washing) ব্যবহৃত হয়। (ii) বেনজিন (benzine) বা হালকা পেট্রল (স্ফুটনাংক 70°-90°); দ্রাবক। (iii) লিগ্রোয়িন (স্ফুটনাংক 90°-120°); দ্রাবক। (iv) ভারী পেট্রল (স্ফুটনাংক 120°-200°); মোটরযানের জ্বালানি। খনিজ তৈলের বিভিন্ন অংশ প্রয়োজন অনুসারে বিরঞ্জিত ও গন্ধহীন করা হয় যথাক্রমে তরল সালফার ডাইঅক্সাইড (অথবা বক্সাইট) এবং ক্ষারীয় সোডিয়াম প্লামবাইট, Na_2PbO_2, (অথবা সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট) দ্বারা। দুর্গন্ধ প্রধানতঃ অ্যালকিল হাইড্রোসালফাইড বা মারকাপটানের জন্য; সোডিয়াম প্লামবাইট ইহাও বিশোষণ করে। ছিদ্রবহুল পাত্রে ঈষৎ উষ্ণ করিয়া প্যারাফিন মোম হইতে সংশ্লিষ্ট তৈল (তরল প্যারাফিন, liquid paraffin) পৃথক করা হয়; ইহা মৃদু বিরেচক।

ক্রমবর্ধমান মোটরযানের সংখ্যার তুলনায় পৃথিবীর পেট্রলের উৎপাদন অপ্রচুর। এজন্য খনিজ তৈলের ভারী অংশ অনুঘটকের উপস্থিতিতে সামান্য চাপে 400°-450°

তাপাংকে উত্তপ্ত করিয়া হালকা গ্যাসোলিনে আংশিক বিয়োজিত করা হয়। ইহাকে ক্র্যাকিং (cracking) বলে। এই সঙ্গে প্রচুর গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন (যথা ইথিলিন) উৎপন্ন হয়; ইহাদিগকে তাপ, উচ্চ চাপ ও অনুঘটকের সাহায্যে তরলীকৃত করা হয়। দুনিয়ার উৎপন্ন গ্যাসোলিনের প্রায় অর্ধেক এই ভাবে পাওয়া যায়।

পেট্রলের একাধিক শাখাযুক্ত অ্যালকেন মোটর গাড়ীর ইঞ্জিনে পূর্ণ দহনের ফলে ঝাঁকানি দেয় না। ইহা জ্বালানিতে যত বেশী থাকে, গাড়ী তত বেশী পথ নিঃশব্দে চলে। 2,2,4-ট্রাইমিথাইলপেনটেনকে, $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)_2$, (ভুলে আইসোঅকটেন বলা হয়) ঝাঁকানি পরিমাপের মান (standard) এবং ইহার মূল্যায়ন ১০০ নির্দিষ্ট হইয়াছে। নরমাল হেপটেন অতি জোরে ঝাঁকানি দেয় বলিয়া, ইহার মূল্যায়ন শূন্য, 0. পরীক্ষার জন্য নির্দিষ্ট গাড়ীতে একই পথে কোন পেট্রল যদি 90% আইসোঅকটেন এবং 10% নরমাল হেপটেনের মিশ্রণের মত ঝাঁকানি দেয়, তবে ইহার অকটেন সংখ্যা হইবে 90. সাধারণ পেট্রলের অকটেন সংখ্যা 20-73; সামান্য টেট্রাইথাইল-লেড, $(C_2H_5)_4Pb$, মিশাইলে ইহার দহন পূর্ণতর হয় এবং গাড়ী বিনা ঝাঁকানিতে বেশী পথ চলে। এই ভাবে পেট্রলের অপচয় কমানো হয়।

অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন (unsaturated hydrocarbons) প্রধানতঃ দুই প্রকার: (i) অ্যালকিন (alkene) বা অলিফিন (olefin); ইহাদের অণুতে অনুরূপ অ্যালকেন অপেক্ষা দুই পরমাণু কম হাইড্রোজেন আছে। (ii) অ্যালকাইন (alkyne) বা অ্যাসিটিলিন; ইহাদের অণুর হাইড্রোজেনের সংখ্যা অনুরূপ অ্যালকেন অপেক্ষা চার কম। ইহারা বিভিন্ন সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত; অ্যালকিনসমূহের সাধারণ আণবিক সংকেত C_nH_{2n}. ইহাদের অণুতে একটি $>C=C<$ দ্বিবন্ধ (double bond) আছে। পাঁচ জন ওলন্দাজ রসায়নবিদ ১৭৯৫ খ্রীষ্টাব্দে ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ইথিলিন, $CH_2=CH_2$, (অ্যালকিন গোষ্ঠীর প্রথম সদস্য) আবিষ্কার করেন। ইহার সহিত ক্লোরিন গ্যাস সংযোজন করিয়া তাঁহারা তৈলাকার ইথিলিন ক্লোরাইড, CH_2Cl-CH_2Cl, পাইলেন। অই নূতন গ্যাসের নাম দিলেন অলিফিন অর্থাৎ তৈল-উৎপাদনকারী (oil-forming)। পরবর্তী কালে এই পর্যায়ের অন্যান্য সদস্যও এই নামে অভিহিত হইল। অতি সক্রিয় বলিয়া ইহাদিগকে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না; খনিজ তৈলেও নয়। প্রাকৃতিক রবার, তারপিন, ক্যারোটিন প্রভৃতি দ্বিবন্ধ-যুক্ত হাইড্রোকার্বন অ্যালকিন পর্যায়ভুক্ত সমগণীয় যৌগ নয়। খনিজ তৈলের ভারী অংশ ভাঙ্গিয়া গ্যাসোলিন উৎপাদনের সময় প্রচুর অ্যালকিন পাওয়া যায়। বহুবিধ রাসায়নিক দ্রব্য এই সকল অ্যালকিন হইতে তৈয়ার হয়। পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পের প্রধানতম কাঁচা মাল ইথিলিন ও প্রপিলিন। অ্যালকিন ও সাইক্লোঅ্যালকেন সমাবয়বী কিন্তু শেষোক্ত যৌগ সংপৃক্ত অর্থাৎ ইহাতে কোন দ্বিবন্ধ নাই। প্রপিলিন, C_3H_6, এবং

সাইক্লোপ্রোপেন, C_3H_6, সমাবয়বী। $CH_2=CH-CH_3$
প্রপিলিন



সাইক্লোপ্রোপেন

নামকরণ: অ্যালকিনসমূহের সাধারণ নামকরণে অনুরূপ অ্যালকিল গ্রুপের শেষে 'ইন' (-ene) যোগ করা হয়। কিন্তু I.U.P.A.C. পদ্ধতিতে অ্যালকেনের নামের শেষাংশ 'এন' (-ane) এর বদলে 'ইন' (-ene) লেখা হয়। উদাহরণ:

অ্যালকেন	অ্যালকিল গ্রুপ	অ্যালকিন	I.U.P.A.C নাম
CH_3-CH_3 ইথেন	CH_3-CH_2- ইথাইল	$CH_2=CH_2$ ইথিলিন	ইথিন
$CH_3-CH_2-CH_3$ প্রোপেন	$CH_3-CH_2-CH_2$ (নরমাল) প্রোপাইল	$CH_3-CH=CH_2$ প্রপিলিন	প্রপিন
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ নরমাল বিউটেন	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$ (নরমাল) বিউটাইল	$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ বিউটিলিন	বিউটিন-1
$(CH_3)_2CH-CH_3$ আইসোবিউটেন	$(CH_3)_2CH-CH_2$ আইসোবিউটাইল	$(CH_3)_2C=CH_2$ আইসোবিউটিলিন	আইসোবিউটিন

উচ্চতর এবং শাখা-বিশিষ্ট অ্যালকিনের নাম দ্বিবন্ধযুক্ত দীর্ঘতম শৃংখলের যৌগ হিসাবে রাখা হয়। দ্বিবন্ধের অবস্থান নিম্নতম সংখ্যা দ্বারা সূচিত হইয়া থাকে।

যথা: 4-মিথাইল-2-পেনটিন, $\overset{5}{C}H_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{4}{C}H}-\overset{3}{C}H=\overset{2}{C}H-\overset{1}{C}H_3$

কোন অ্যালকিনের অণুতে দুইটি দ্বিবন্ধ থাকিলে তাহাকে ডাইয়িন (diene) বলে। যথা: বিউটাডাইয়িন, $CH_2=CH-CH=CH_2$. তিনটি দ্বিবন্ধ থাকিলে, তাহাকে ট্রাইয়িন বলা হয়।

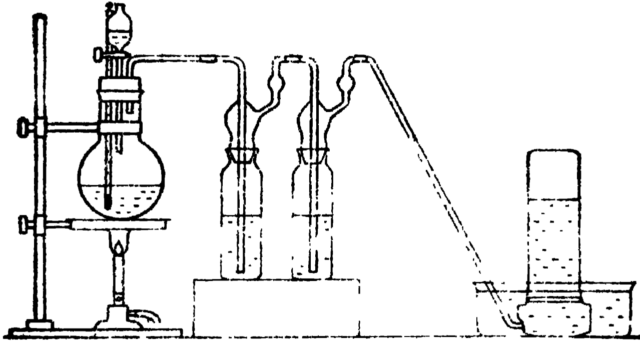
ইথিলিন, $CH_2=CH_2$, কাঁচা ফলে সামান্য পরিমাণে উৎপন্ন হইতে থাকে যত দিন না ইহার কোষগুলি পাকিয়া বিচ্ছিন্ন হয়। কোল গ্যাসে 4-5% ইথিলিন আছে, ইহার শিখার দীপ্তি ইথিলিনের জন্য। খনিজ তৈলের শোধনাগারে ইথিলিন উপজাত দ্রব্য।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) ইথাইল অ্যালকোহল হইতে: গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সাহায্যে ইথাইল অ্যালকোহল হইতে জল বিচ্ছিন্ন করিয়া পরীক্ষাগারে ইথিলিন তৈয়ার হয়। এই প্রক্রিয়ার নাম নিরুদন (dehydration).

$$CH_3-CH_2OH \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$$

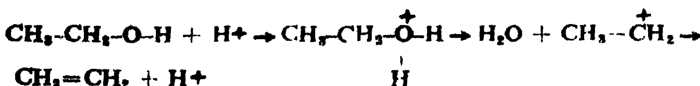

ইথাইল অ্যালকোহল ইথিলিন

গোলাকার কাঁচ কূপীতে শোধিত অ্যালকোহল (50 cc) এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (100 cc) লইয়া মুখে বিয়োজী ফানেল, থার্মোমিটার ও নির্গম-নল-যুক্ত ছিপি আঁটিয়া দাও। থার্মোমিটারের পারদ-কুণ্ড তরলে নিমজ্জিত থাকিবে (১৭নং চিত্র)। মিশ্রণে সামান্য নির্জল অ্যালুমিনিয়াম সালফেট (8 g) মিশাইলে ফেনার পরিমাণ কমে। বালি



১৭নং চিত্র। ইথিলিন প্রস্তুতি।

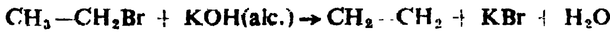
খোলায় (sand bath) কূপী গরম কর। 165° তাপাংকের কাছাকাছি ইথিলিন গ্যাস নির্গত হইতে থাকে। কস্টিক সোডার গাঢ় জলীয় দ্রবণের ভিতর দিয়া চালনা করিয়া সহজাত কার্বন ডাইঅক্সাইড ও সালফার ডাইঅক্সাইড বিশোষণ করিয়া গ্যাস সিলিণ্ডারে ইথিলিন সংগ্রহ কর। গ্যাসের নিস্ক্রমণ মন্থর হইলে বিয়োজী ফানেল হইতে শোধিত ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ (আয়তনে 1 : 1) ধীরে ধীরে যোগ কর। অ্যালকোহল পরিমাণে অধিক হইলে ডাই-ইথাইল ইথার, $C_2H_5-O-C_2H_5$, উৎপন্ন হয়। তাই মিশ্রণে অ্যালকোহলের তুলনায় অ্যাসিডের ওজন অনেক বেশী থাকে। সালফিউরিক অ্যাসিডের বদলে সিরাপ আকারে ফসফরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিলে 200° তাপাংকে বিশুদ্ধ ইথিলিন অধিক পরিমাণে পাওয়া যায়। এই বিক্রিয়ায় অজৈব অ্যাসিডের ভূমিকা অনুঘটকের; গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কিংবা বোরন ট্রাইক্লোরাইডের, BF_3, উপস্থিতিতেও অ্যালকোহল ইথিলিনে নিরুদিত হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}H + H^+ \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}\overset{+}{\underset{H}{O}}\text{-}H \rightarrow H_2O + CH_3\text{-}\overset{+}{C}H_2 \rightarrow CH_2{=}CH_2 + H^+$$

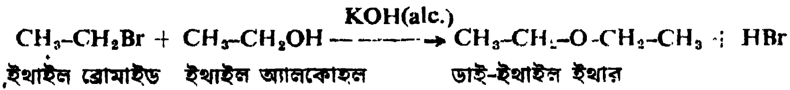
বিদেশে ইথিলিন হইতে ইথাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয় কিন্তু ভারতবর্ষে চিনির কারখানার উপজাত চিটাগুড়ের সদ্ব্যবহার করিতে ইহাকে ইথাইল অ্যালকোহলে এবং পরে ইথিলিনে রূপান্তরিত করা হয়। 400° তাপাংকে বাষ্পাকারে ইথাইল অ্যালকোহল অ্যালুমিনা, Al_2O_3, কিংবা থোরিয়ার, ThO_2, উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া শিল্পে ইথিলিন উৎপন্ন হয়।

(২) **অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে :** ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ইথাইল ব্রোমাইড বা আইয়োডাইড হইতে এক অণু হাইড্রোজেন হ্যালাইড বিচ্ছিন্ন করিয়া ইহাকে ইথিলিনে বিয়োজিত করে। কিন্তু উৎপাদনের পরিমাণ মাত্র 1%; প্রধান উৎপন্ন দ্রব্য ডাই-ইথাইল ইথার। উৎপন্ন অ্যালকিনের পরিমাণ সকল ক্ষেত্রে সমান নয়; নরমাল প্রোপাইল আইয়োডাইড এবং অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ হইতে 36% প্রপিলিন পাওয়া যায়। এই পদ্ধতির গুরুত্ব মুখ্যতঃ তাত্ত্বিক এবং জৈব সংশ্লেষণে।



$$CH_3-CH_2Br + KOH(alc.) \rightarrow CH_2=CH_2 + KBr + H_2O$$

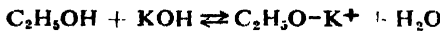
ইথাইল ব্রোমাইড ইথিলিন



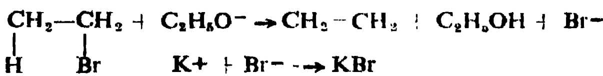
$$CH_3-CH_2Br + CH_3-CH_2OH \xrightarrow{KOH(alc.)} CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + HBr$$

ইথাইল ব্রোমাইড ইথাইল অ্যালকোহল ডাই-ইথাইল ইথার

বিক্রিয়ার গতি পথ :



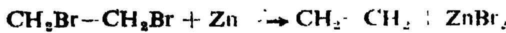
$$C_2H_5OH + KOH \rightleftharpoons C_2H_5O^-K^+ + H_2O$$



$$\underset{H}{CH_2}-\underset{Br}{CH_2} + C_2H_5O^- \rightarrow CH_2=CH_2 + C_2H_5OH + Br^-$$

$$K^+ + Br^- \rightarrow KBr$$

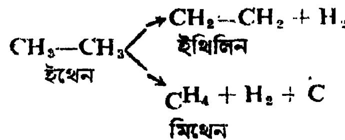
(৩) **ইথিলিন ডাইব্রোমাইড হইতে:** জিংক কণিকা ও অ্যালকোহলীয় ইথিলিন ডাইব্রোমাইড ঈষৎ উষ্ণ করিলে ইথিলিন পাওয়া যায়। কিন্তু ইথিলিন হইতেই ইথিলিন ডাইব্রোমাইড তৈয়ার হয়।

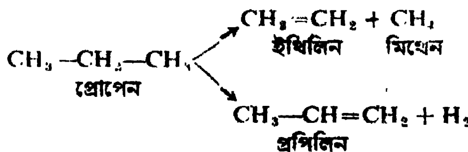


$$CH_2Br-CH_2Br + Zn \rightarrow CH_2=CH_2 + ZnBr_2$$

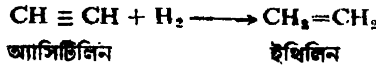
ইথিলিন ডাইব্রোমাইড ইথিলিন

(৪) **ইথেন অথবা প্রোপেন হইতে:** প্রাকৃতিক গ্যাসের ইথেন বা প্রোপেনকে স্টীম 750°-800° তাপাংকে বায়ুর অনুপস্থিতিতে মাত্র 1 সেকেণ্ডে ইথিলিনে বিয়োজিত করে। উৎপাদনের পরিমাণ 50%. নিষ্ক্রিয় ইথেনকে এই ভাবে সক্রিয় ইথিলিনে রূপান্তরিত করিয়া পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহৃত হয়।



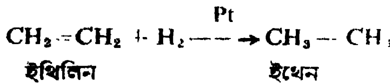


(৫) **অ্যাসিটিলিন হইতে :** অ্যাসিটিলিন ও হাইড্রোজেন 100° তাপাংকে জিংক অ্যাসিটেট-মিশ্রিত র‍্যানি নিকেলের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে প্রচুর ইথিলিন উৎপন্ন হয়। বিষিত অনুঘটক ইথিলিনকে ইথেনে বিজারিত হইতে দেয় না।

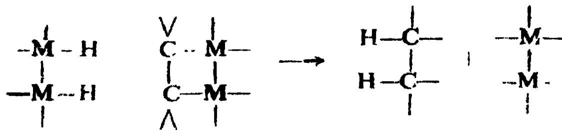


ধর্ম : ইথিলিন বর্ণহীন লঘু গ্যাস ; গন্ধ ইথারের মত মৃদু-মধুর। ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। বায়ু- কিংবা অক্সিজেন-মিশ্রিত ইথিলিন অগ্নি-সংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। নিশ্বাসের সঙ্গে ইথিলিন টানিলে সংজ্ঞা সাময়িক লোপ পায় কিন্তু সংজ্ঞা-হারক হিসাবে ইহার ব্যবহার নাই। বায়ুতে ইথিলিন উজ্জ্বল শিখায় জ্বলে ; সঙ্গে প্রচুর ভুসা উৎপন্ন হয়।

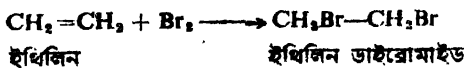
(১) সংযোজন বিক্রিয়া : (i) হাইড্রোজেন সংযোজন (hydrogenation) : ইথিলিন ও হাইড্রোজেন সাধারণ তাপাংকে ও বায়ুচাপে প্ল্যাটিনাম অথবা প্যালাডিয়াম অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইথেন উৎপন্ন হয়। ইথিলিনের সক্রিয়তা দ্বিবন্ধের জন্য ; ইহার অধিকাংশ বিক্রিয়া সংযোজন-ঘটিত। কিন্তু জায়মান (nascent) হাইড্রোজেন (যথা জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) ইথিলিনের দ্বিবন্ধে সংযুক্ত হয় না।



ধাতুপৃষ্ঠে বিশোষিত হাইড্রোজেন অণু পরমাণুতে বিয়োজিত হইয়া ধাতব হাইড্রাইড, M-H, গঠন করে। ইথিলিনও বিশোষিত হয় এবং দ্বিবন্ধের একটি দ্বারা M-C বন্ধনে আবদ্ধ হয়। ধাতুর উপরিভাগে অবস্থিত কার্বন ও হাইড্রোজেন খুব কাছাকাছি আসিলে উভয়ের মধ্যে কোভ্যালেন্ট বন্ধনের সৃষ্টি হয়। ফলে ইথেন উৎপন্ন হয়।

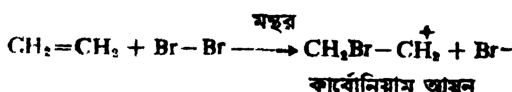


(ii) হ্যালোজেন সংযোজন : কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রবীভূত ব্রোমিনে ইথিলিন গ্যাস সঞ্চালন করিলে ইথিলিন ডাইব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। শিল্পে তরল ব্রোমিন জলে ঢাকিয়া তাহাতে ইথিলিন চালনা করা হয় যতক্ষণ না জল বিরঞ্জিত হয়। ইথিলিন ডাইব্রোমাইড টেট্রাইথাইল-লেডের (ইহা মোটর গাড়ীর ইঞ্জিনের ঝাঁকানি বন্ধ করে) সহিত গ্যাসোলিনে মিশানো হয়।



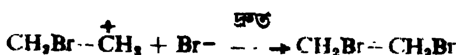
কাঁচ পাত্রের গাত্রে কিংবা জলের সংস্পর্শে ব্রোমিন অণু পরমাণুতে বিয়োজিত হইয়া দুই ধাপে ইথিলিনের দ্বিবন্ধে সংযুক্ত হয়। জলীয় ব্রোমিনে কিঞ্চিৎ সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশাইলে 1-ক্লোরো-2-ব্রোমোইথেনও উৎপন্ন হয়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া এক

ধাপে ঘটিলে ইহা সম্ভব হইত না। জলীয় সোডিয়াম ক্লোরাইড ও ইথিলিনের মধ্যে ব্রোমিনের অনুপস্থিতিতে কোন বিক্রিয়া ঘটে না।



$$CH_2{=}CH_2 + Br{-}Br \xrightarrow{\text{মন্থর}} CH_2Br{-}\overset{+}{C}H_2 + Br^-$$

কার্বোনিয়াম আয়ন



$$CH_2Br{-}\overset{+}{C}H_2 + Br^- \xrightarrow{\text{দ্রুত}} CH_2Br{-}CH_2Br$$



দ্রুত $\downarrow Cl^-$

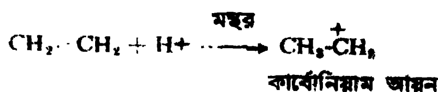


$CH_2Br{-}CH_2Cl$

1-ক্লোরো-2-ব্রোমোইথেন

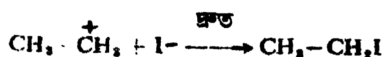
ক্লোরিনের বিক্রিয়া অনুরূপ; ইহাতে ইথিলিন ডাইক্লোরাইড, $CH_2Cl{-}CH_2Cl$, পাওয়া যায়। আইয়োডিন ধীরে ধীরে অস্থিতিশীল ইথিলিন ডাইআইয়োডাইড, $CH_2I{-}CH_2I$, গঠন করে। ফ্লোরিনের ক্রিয়া অতি প্রবল এবং দ্রুত; ইহা ইথিলিনকে কার্বন ও হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।

(iii) **হাইড্রোজেন হ্যালাইড সংযোজন:** সাধারণ তাপাংকে গাঢ় হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিডের ভিতর ইথিলিন গ্যাস চালনা করিলে অবিলম্বে ইথাইল আইয়োডাইড উৎপন্ন হয়। হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের ক্রিয়া অনুরূপ কিন্তু গতি মন্থর। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও ইথিলিনের বিক্রিয়ার জন্য অনুঘটক ও উত্তাপ উভয়ই আবশ্যক। কারখানায় 40° তাপাংকে নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ইথিলিন গ্যাস সঞ্চালিত করিয়া ইথাইল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়। ইথিলিনের সহিত হ্যালোজেনের এবং হ্যালোজেন হাইড্র্যাসিডের বিক্রিয়ার তীব্রতা বিপরীত। ইহার প্রধান কারণ হ্যালোজেন অণুর বন্ধন, Cl-Cl (58 kcal/mole) হ্যালোজেন হাইড্র্যাসিড অণুর বন্ধন, H-Cl (103 kcal/mole) অপেক্ষা দুর্বলতর; ইহা সহজে বিয়োজিত হয় বলিয়া অধিকতর সক্রিয়। হ্যালোজেন হাইড্র্যাসিডও ইথিলিনের সহিত দুই ধাপে সংযুক্ত হয়।

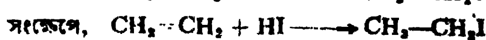


$$CH_2{=}CH_2 + H^+ \xrightarrow{\text{মন্থর}} CH_3{-}\overset{+}{C}H_2$$

কার্বোনিয়াম আয়ন



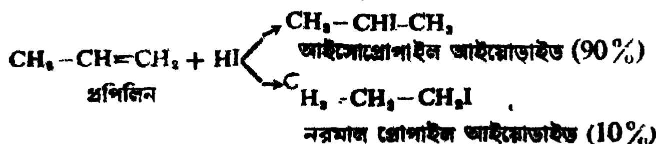
$$CH_3{-}\overset{+}{C}H_2 + I^- \xrightarrow{\text{দ্রুত}} CH_3{-}CH_2I$$



সংক্ষেপে, $CH_2{=}CH_2 + HI \longrightarrow CH_3{-}CH_2I$

ইথিলিন — ইথাইল আইয়োডাইড

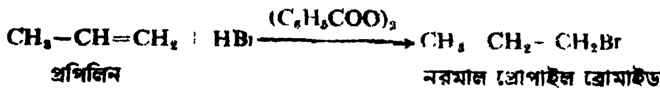
প্রপিলিনের সহিত হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সংযোজন দুই ভাবে ঘটিতে পারে:



$$CH_3{-}CH{=}CH_2 + HI \begin{cases} \rightarrow CH_3{-}CHI{-}CH_3 & \text{আইসোপ্রোপাইল আইয়োডাইড (90\%)} \\ \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_2I & \text{নরমাল প্রোপাইল আইয়োডাইড (10\%)} \end{cases}$$

প্রপিলিন

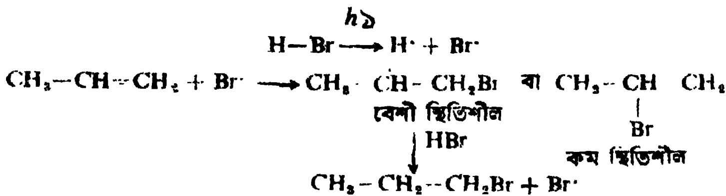
রুশ রসায়নবিদ মারকনিকফ্ (১৮৬৯) এই বিক্রিয়ায় প্রধানতঃ কোন্ সমাবয়বী উৎপন্ন হইবে তাহার পূর্বাভাস দিতে বিজ্ঞানভিত্তিবিহীন এক সূত্র প্রচার করেন। তাঁহার মতে দ্বিবন্ধ-যুক্ত কার্বনের যেটিতে বেশী হাইড্রোজেন আছে, হাইড্র্যাসিডের হাইড্রোজেন তাহার সহিত যুক্ত হইবে; হ্যালোজেন যুক্ত হইবে অপর কার্বনের সঙ্গে। মারকনিকফের সূত্র (Markownikoff's Rule) হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য; হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রেও মোটামুটি খাটে কিন্তু হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড ইহার ব্যতিক্রম। এখানে উৎপন্ন যৌগ বিক্রিয়ার পরিবেশের উপর প্রধানতঃ নির্ভরশীল। বেনজোয়িল পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে প্রপিলিন ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড হইতে কেবল নরমাল প্রোপাইল ব্রোমাইড পাওয়া যায় যদিও মারকনিকফের সূত্র অনুসারে প্রধানতঃ আইসোপ্রোপাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন হওয়া উচিত।



$$CH_3-CH=CH_2 + HBr \xrightarrow{(C_6H_5COO)_2} CH_3-CH_2-CH_2Br$$

প্রপিলিন　　　　　　　　　　　　নরমাল প্রোপাইল ব্রোমাইড

পারঅক্সাইড কিংবা বেগুনীপারের আলো (ultraviolet light) হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড অণুকে দুই পরমাণুতে বিয়োজিত করে। নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন আছে বলিয়া ইহারা অতি সক্রিয়। প্রথমে $Br^{\cdot}$ ও পরে $H^{\cdot}$ প্রপিলিনের দ্বিবন্ধে যুক্ত হইয়া নরমাল প্রোপাইল ব্রোমাইড উৎপাদন করে। সম্ভাব্য দুই মুক্ত র্যাডিক্যালের অধিকতর স্থিতিশীলটি বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।



$$H-Br \xrightarrow{h\nu} H^{\cdot} + Br^{\cdot}$$

$$CH_3-CH=CH_2 + Br^{\cdot} \longrightarrow CH_3-\dot{C}H-CH_2Br \text{ বা } CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}H}-\dot{C}H_2$$

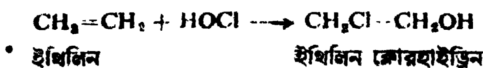
বেশী স্থিতিশীল　　　　　কম স্থিতিশীল

$$\downarrow HBr$$

$$CH_3-CH_2-CH_2Br + Br^{\cdot}$$

দৃঢ়তর H-F ও H-Cl বন্ধন আলো কিংবা পারঅক্সাইড বিয়োজিত করিতে পারে না; তাই ইহারা এই পরিবেশে নিষ্ক্রিয়। H-I বন্ধন দুর্বল কিন্তু ইহার C=C দ্বিবন্ধে সংযোজন তাপগ্রাহী (endothermic), সুতরাং এই বিক্রিয়া সাধারণ তাপাংকে ঘটে না।

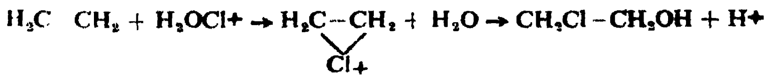
(iv) হাইপোহ্যালাস অ্যাসিড সংযোজন: হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে ইথিলিন গ্যাস সঞ্চালন করিলে ইথিলিন ক্লোরহাইড্রিন উৎপন্ন হয়। এই পদ্ধতি শিল্পে অনুসরণ করা হয়; গ্লাইকল, ইথিলিন অক্সাইড প্রভৃতি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ ইথিলিন ক্লোরহাইড্রিন হইতে প্রস্তুত হয়।



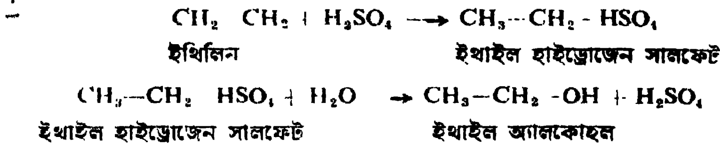
$$CH_2=CH_2 + HOCl \longrightarrow CH_2Cl-CH_2OH$$

ইথিলিন　　　　　　　　ইথিলিন ক্লোরহাইড্রিন

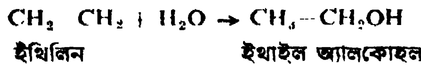
তীব্র অম্লের উপস্থিতিতে মৃদু হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড এই ভাবে আয়নিত হয় (ionises): $HOCl + H^+ \rightleftharpoons H_2OCl^+$ সংযোজনের পরবর্তী দুই ধাপ এই রূপ:



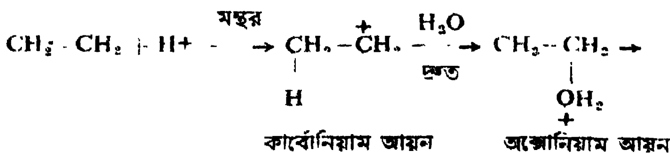
(v) **সালফিউরিক অ্যাসিড সংযোজন:** 80° তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে (95%) ইথিলিন গ্যাস চালনা করিলে ইহা দ্রুত বিশোষিত হয়। উৎপন্ন ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেটের লঘু জলীয় দ্রবণ ফুটাইলে আর্দ্র-বিশ্লেষ ঘটে এবং ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পে এই পদ্ধতিতে অ্যালকোহল প্রস্তুত হয়।

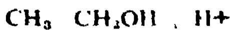


(vi) **জল সংযোজন:** 300° তাপাংকে 65 গুণ বায়ুচাপে স্টীম ও ইথিলিন ফসফরিক-অ্যাসিড-মাখানো-সিলিকার উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে জল সরাসরি ইথিলিনের দ্বিবন্ধে যুক্ত হইয়া ইথাইল অ্যালকোহল উৎপাদন করে। এই পদ্ধতি পেট্রোলিয়াম শিল্পে অনুসৃত হয়।

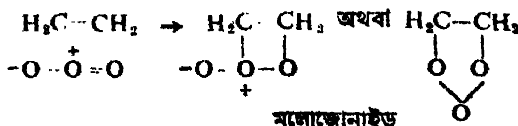


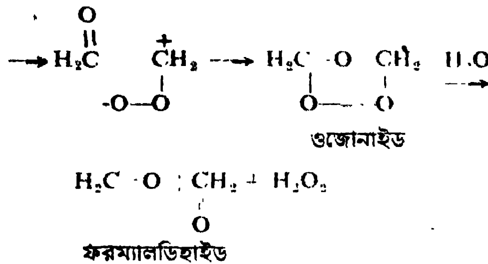
বিক্রিয়ার ধাপগুলি এই রূপ:



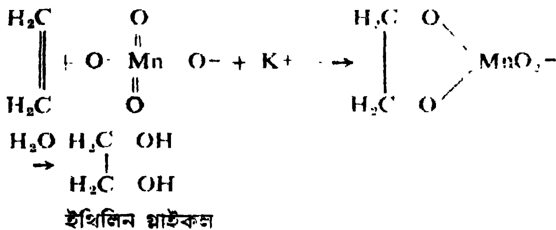


(vii) **ওজোন সংযোজন:** কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে দ্রবীভূত নির্জল হিম-শীতল ইথিলিনে ওজোন-সমৃদ্ধ বায়ু প্রবাহিত করিলে ইথিলিন ওজোনাইড উৎপন্ন হয়। ইহা স্থিতিশীল নহে; ঈষৎ উষ্ণ জলে ইথিলিন ওজোনাইড দুই অণু ফরম্যালডিহাইডে বিয়োজিত হয়। কার্বন শৃংখলে দ্বিবন্ধের অবস্থান এই পদ্ধতিতে নিরূপণ করা চলে। ওজোনাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষে মূল অসংপৃক্ত যৌগ দ্বিবন্ধ বরাবর এই ভাবে বিভক্ত হয়:

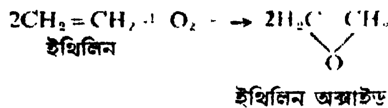




(২) **জারণ :** (i) নিম্ন তাপাংকে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু ক্ষারীয় দ্রবণে ধীরে ধীরে ইথিলিন গ্যাস সঞ্চালন করিলে প্রধানতঃ ইথিলিন গ্লাইকল পাওয়া যায়। দ্রবণ গাঢ় এবং তাপাংক স্বাভাবিকের চেয়ে উচ্চতর হইলে ইথিলিন কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত হয়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের আম্লিক অথবা ক্ষারীয় অতি লঘু দ্রবণে ইথিলিন গ্যাস চালনা করিলে ইহা দ্রুত বিরঞ্জিত হয়। অজানা যৌগে $C=C$ দ্বিবন্ধের উপস্থিতি এই বিক্রিয়া দ্বারা নির্ধারণ করা চলে যদি তাহাতে সহজে জারণযোগ্য কোন গ্রুপ না থাকে (Baeyer test).

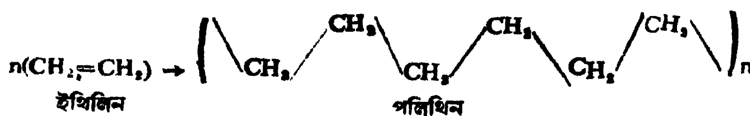


(ii) **অনুঘটকের উপস্থিতিতে জারণ** (catalytic oxidation): 300° তাপাংকে চাপ-পিষ্ট ইথিলিন ও বায়ু সিলভার অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইথিলিন অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ইহা শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি।

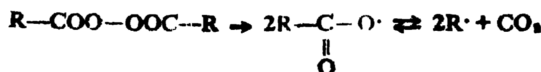


ইথিলিন অক্সাইড

(৩) **পলিমার গঠন** (polymerisation): 200° তাপাংকে সামান্য অক্সিজেন বা পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে 1000 গুণ বায়ুচাপে ইথিলিন অণুসমূহ পরস্পর যুক্ত হইয়া পলি-ইথিলিন (সংক্ষেপে পলিথিন) নামক সাদা, কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। এই বিক্রিয়ার নাম পলিমারিজেশন। অনুঘটকের যথা ইথাইল-অ্যালুমিনিয়াম. $Al(C_2H_5)_3$, উপস্থিতিতে নিম্নতর চাপে (5-10 গুণ বায়ুচাপ) ও তাপাংকে (70°) ঘনতর পলিথিন উৎপন্ন হয়। ইহা হইতে আজকাল নানাবিধ নিত্য প্রয়োজনীয় দ্রব্য প্রস্তুত হয়।



$$n(CH_2=CH_2) \rightarrow \left(\diagdown CH_2 \diagup CH_2 \diagdown CH_2 \diagup CH_2 \diagdown CH_2 \diagup CH_2 \diagdown \right)_n$$



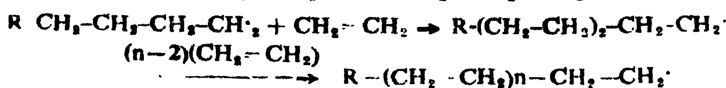
$$R-COO-OOC-R \rightarrow 2R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O\cdot \rightleftharpoons 2R\cdot + CO_2$$



$$R\cdot + CH_2=CH_2 \rightarrow R-CH_2-CH_2\cdot$$



$$R-CH_2-CH_2\cdot + CH_2=CH_2 \rightarrow R-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2\cdot$$

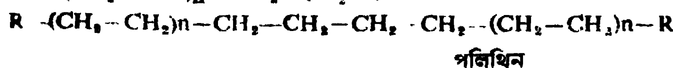


$$R-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2\cdot + CH_2=CH_2 \rightarrow R-(CH_2-CH_2)_2-CH_2-CH_2\cdot$$

$$\xrightarrow{(n-2)(CH_2=CH_2)} R-(CH_2-CH_2)n-CH_2-CH_2\cdot$$



$$2R-(CH_2-CH_2)n-CH_2-CH_2\cdot \rightarrow$$



$$R-(CH_2-CH_2)n-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-(CH_2-CH_2)n-R$$

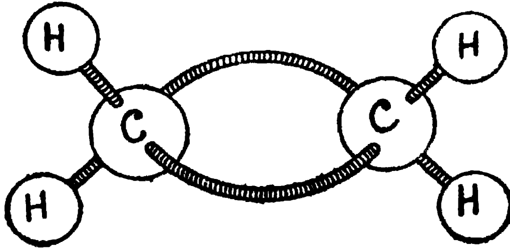
ব্যবহার: (i) ভারতবর্ষে ইথিলিনের সর্বপ্রধান প্রয়োগ পলিথিন উৎপাদনে। বালতি, মগ, খেলনা, জলাভেদ্য আবরণ (water-proof), নল, মোড়ক বাঁধাই ইত্যাদি বহুবিধ জিনিষে পলিথিন ব্যবহৃত হয়। (ii) ইথাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড, ইথিলিন গ্লাইকল, ইথিলিন অক্সাইড, ইথিলিন ডাইব্রোমাইড প্রভৃতি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ ইথিলিন হইতে প্রস্তুত হয়। (iii) কলা, টমেটো ইত্যাদি কাঁচা ফল ইথিলিনে রাখিয়া প্রয়োজনমত পাকানো চলে। (iv) কৃত্রিম রবার (থাইয়োকল) তৈয়ার করিতে ইথিলিন আবশ্যক।

আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইথিলিনের আণবিক সংকেত C_2H_4. কার্বন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় ইহার দুইটি গঠন অনুমান করা চলে:



ক্লোরিন ও ইথিলিন ইথিলিন ডাইক্লোরাইড, $C_2H_4Cl_2$, উৎপাদন করে; ইহা অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড, CH_3-CHO, হইতে প্রস্তুত ইথিলিডিন ক্লোরাইডের, CH_3-$CHCl_2$, সমাবয়বী। অতএব ইথিলিন ডাইক্লোরাইডের আণবিক গঠন CH_2Cl-CH_2Cl. গঠন II হইতেই ইহা পাওয়া সম্ভব। বিমুক্ত যোজ্যতার যৌগ জানা নাই। অধিকন্তু ইথিলিনের বিক্রিয়ায় দুইটি একযোজী পরমাণু কিংবা পরমাণু-জোট উভয়েই যুক্ত হয়। সুতরাং ইথিলিনের কোন যোজ্যতা মুক্ত অবস্থায় নাই; ইহারা দ্বিবন্ধরূপে, $CH_2=CH_2$, আছে।

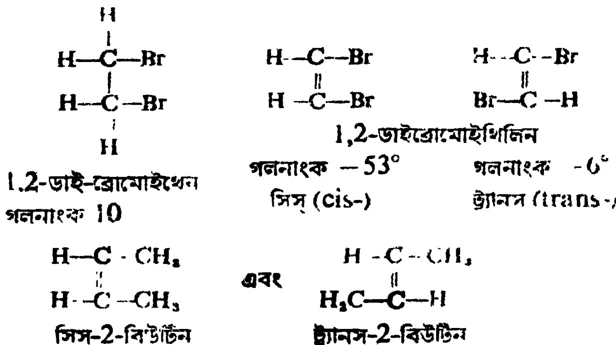
মিথেন কিংবা ইথেনের C-H কোভ্যালেন্ট বন্ধন খুব মজবুত (99 kcal/mole); ইথেনের অনুরূপ C – C বন্ধনও (80 kcal/mole) মজবুত। ইহাদিগকে সিগমা



১৮নং চিত্র। ইথিলিন।

বন্ধন (σ bond) বলা হয়। কিন্তু ইথিলিনের C=C দ্বিবন্ধ (142 kcal/mole) দুই C – C সিগমা বন্ধনের সমষ্টি নয়; হইলে ইহা আরও মজবুত ($80 \times 2 = 160$ kcal/mole) হইত। ইহার একটি সিগমা বন্ধন, অপরটি পাই বন্ধন (π bond) যাহা অপেক্ষাকৃত দুর্বল (62 kcal/mole); ইহা সহজে বিচ্ছিন্ন হয়। ইথেনের তুলনায় ইথিলিন এই জন্য অনেক বেশী সক্রিয়।

ইথিলিনের সকল কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণু একই সমতলে অবস্থিত; ইহাদের পারস্পরিক বন্ধনের মধ্যবর্তী কোণের পরিমাণ 120° (১৮ক নং চিত্র)। অ্যালকিনের দ্বিবন্ধ, C=C, দৃঢ় এবং অনমনীয়। কাজেই সমতলের সহিত 90°-তে থাকিয়া ইহার কোন কার্বন সংশ্লিষ্ট গ্রুপসহ স্বাধীন ভাবে ঘুরিতে পারে না। ইহার ফলে জ্যামিতিক সমাবয়বতা সম্ভব হয়। 1,2-ডাইব্রোমোইথেন নামে একটি যৌগ জানা আছে, কিন্তু 1,2-ডাইব্রোমোইথিলিন দুইটি। একই কারণে দুইটি 2-বিউটিন সম্ভব হইয়াছে।



ইথিলিনের সক্রিয়তা ব্যাখ্যা করিতে বেয়ার যে মতবাদ (strain theory) ঘোষণা করেন তাহা সংক্ষেপে এই রূপ। স্বাভাবিক অবস্থায় কার্বন পরমাণুর যে কোন দুইটি যোজ্যতা বন্ধনের (valency bonds) মধ্যবর্তী কোণের পরিমাণ

$109°28'$, কিন্তু ইহাদিগকে টানিয়া কাছে আনিতে এই কোণ $54°44$ হ্রাস পায় (১৮নং চিত্র)। ইহাদের অবস্থা ইথেনের মত সহজ ও স্বচ্ছন্দ নয়। এই নূতন বন্ধনের স্বাভাবিক প্রবণতা পূর্ব অবস্থায় ফিরিয়া যাওয়া। ইথিলিন সংযোজন বিক্রিয়ায়

H H σ σ 120° C σ C 120° σ σ H H

১৮ক নং চিত্র।

সংপৃক্ত যৌগ গঠন করিয়া এই অস্বাভাবিক, অস্বচ্ছন্দ অবস্থা হইতে অব্যাহতি পায়। বেয়ার বলেন ইহাই ইথিলিনের সক্রিয়তার কারণ। ইহা সঠিক হইলে—ইথিলিনের বাঁকানো-বন্ধন-যুক্ত গঠনে কার্বন পরমাণু ইথেনের কার্বন অপেক্ষা নিকটতর হইবে। কার্যতঃ পদার্থবিদের অতি সূক্ষ্ম পরিমাপে C – C দূরত্ব ইথিলিনে 1.33Å কিন্তু ইথেন 1.53Å ($1Å = 10^{-8}$ cm).

প্রপিলিন, $CH_3-CH=CH_2$.—নরমাল অথবা আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ উত্তপ্ত করিয়া কিংবা বাষ্পাকারে 300° তাপাংকে অ্যালুমিনার, Al_2O_3, উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া প্রপিলিন প্রস্তুত হয়। নিরুদক সালফিউরিক অ্যাসিড বা অ্যালুমিনা অ্যালকোহল হইতে এক অণু জল টানিয়া লয়।

$$CH_3-CH_2-CH_2OH \rightarrow CH_3-CH=CH_2+H_2O$$

নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল প্রপিলিন

প্রপিলিন বর্ণহীন সহজ-দাহ্য গ্যাস; জলে অদ্রবণীয় কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহল ও ডাই-ইথাইল ইথারে সহজে দ্রবণীয়। খনিজ তৈলের ভারী অংশ হইতে গ্যাসোলিন তৈয়ার করিবার সময় প্রচুর প্রপিলিন পাওয়া যায়। পেট্রো-কেমিক্যাল কারখানায় ইহা হইতে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন, গ্লিসিরল প্রভৃতি প্রস্তুত হয়। ফিনল উৎপাদনে প্রচুর কিউমিন, $C_6H_5CH(CH_3)_2$, আবশ্যক হয়; ইহা বেনজিন ও প্রপিলিন হইতে তৈয়ার হয়। 500° তাপাংকে অতিরিক্ত প্রপিলিন ও ক্লোরিন মাত্র কয়েক সেকেণ্ড উত্তপ্ত করিলে অ্যালাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। ইহা হইতে গ্লিসিরিন প্রস্তুত হয়।

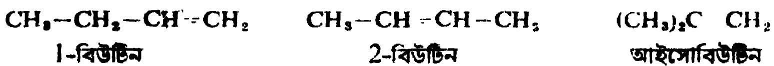
$$CH_2=CH-CH_3+Cl_2 \xrightarrow{500°} CH_2=CH-CH_2Cl+HCl$$

প্রপিলিন অ্যালাইল ক্লোরাইড

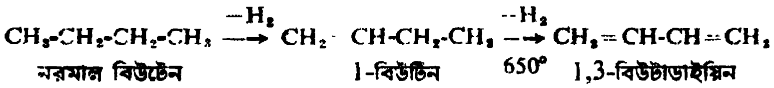
টাইটেনিয়াম ট্রাইক্লোরাইডের উপস্থিতিতে 10-20 গুণ বায়ুচাপে 50°—100° তাপাংকে

প্রপিলিন পলিপ্রপিলিনে রূপান্তরিত হয়। হালকা কিন্তু শক্ত কৃত্রিম আঁশ, মেরাক্লন (meraklon) ইহা হইতে তৈয়ার হয়। পলিপ্রপিলিনের পাতলা পাত চিরিয়া পাটের বিকল্প আঁশ প্রস্তুত হয়।

বিউটিন বা বিউটিলিন: সমাবয়বী বিউটিন তিন যথা 1-বিউটিন (α-বিউটিলিন), 2-বিউটিন (β-বিউটিলিন) এবং আইসোবিউটিন (γ-বিউটিলিন)। ইহারা পেট্রো-লিয়ামের ভারী অংশের বিয়োজনে উপজাত দ্রব্য। নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে প্রধানতঃ 1-বিউটিন ও কিছু 2-বিউটিন পাওয়া যায়। প্রাকৃতিক গ্যাসের নরমাল বিউটেন 600° তাপাংকে অ্যালুমিনা ও ক্রোমিক অক্সাইডের উপর দিয়া সঞ্চালন করিয়া 1-বিউটিন তৈয়ার হয়; এক অণু বিউটেন হইতে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয় (dehydrogenation)। কৃত্রিম রবারের জন্য 1-বিউটিন হইতে অনুঘটক ও উত্তাপের সাহায্যে আরও দুই পরমাণু হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন করিয়া 1,3-বিউটাডাইয়িন প্রস্তুত হয়।



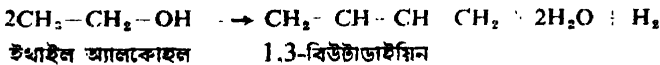
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ (1-বিউটিন) $\quad CH_3-CH=CH-CH_3$ (2-বিউটিন) $\quad (CH_3)_2C=CH_2$ (আইসোবিউটিন)



$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow{-H_2} CH_2=CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow[650^\circ]{-H_2} CH_2=CH\text{-}CH=CH_2$

নরমাল বিউটেন — 1-বিউটিন — 1,3-বিউটাডাইয়িন

শিল্পে বাষ্পীয় ইথাইল অ্যালকোহল স্বল্প চাপে 400° তাপাংকে অ্যালুমিনা-জিংক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া 1,3-বিউটাডাইয়িন উৎপন্ন হয়।



$2CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + 2H_2O + H_2$

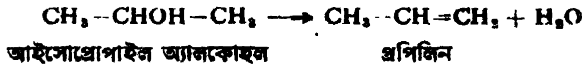
ইথাইল অ্যালকোহল — 1,3-বিউটাডাইয়িন

বিউটাডাইয়িন বর্ণহীন গ্যাস, জলে সামান্য দ্রবণীয় কিন্তু বেনজিন, অ্যাসিটোন ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে সহজে দ্রবণীয়। স্টাইরিন, $C_6H_5-CH=CH_2$, ও বিউটা-ডাইয়িনের যুক্ত-পলিমার (copolymer) বুনা-এস নামক কৃত্রিম রবার।

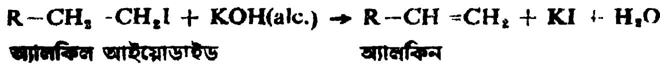
আইসোপ্রিন, 2-মিথাইল-1,3-বিউটাডাইয়িন, $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$, প্রাকৃতিক রবার এবং টারপিনের আণবিক গঠনের মূল কাঠামো। নির্জল প্রাকৃতিক রবার পাতন করিয়া ১৮৬০ খ্রীস্টাব্দে ইহা প্রথম পাওয়া যায়। তারপিন তেলের পাইনিন (ডাইপেনটিন) উচ্চ তাপাংকে আইসোপ্রিনে বিয়োজিত হয়। ইহা বর্ণহীন, উদ্বায়ী, সহজ-দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 34°); জলে দ্রবণীয় নয় কিন্তু বেনজিন ও অন্যান্য তরল হাইড্রোকার্বনে দ্রবণীয়। শিল্পে প্রপিলিন অথবা অ্যাসিটোন ও অ্যাসিটিলিন হইতে আইসোপ্রিন তৈয়ার হয় কৃত্রিম রবার উৎপাদনের জন্য।

সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যালকোহল নিরুদন:** অ্যালিফ্যাটিক মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিলে অনুরূপ অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড কিংবা সিরাপ আকারের ফসফরিক অ্যাসিডসহ উত্তপ্ত

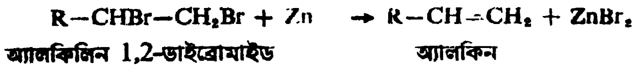
অথবা 300° তাপাংকে অ্যালকোহল বাষ্প অ্যালুমিনার উপর দিয়া চালনা করিলে নিরুদন ঘটে। সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যালকোহলকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড নিরুদিত করে।



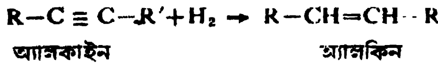
(২) **অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে:** ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে এক অণু হাইড্রোজেন হ্যালাইড অপসারিত করে; ফলে অ্যালকিন পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ সাধারণতঃ অল্প।



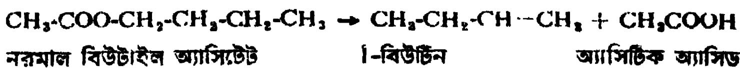
(৩) **অ্যালকিলিন 1,2-ডাইহ্যালাইড হইতে:** জিংক কণিকা ও ইথাইল অ্যালকোহল-সহ অ্যালকিলিন ডাইহ্যালাইড (যথা ইথিলিন ডাইব্রোমাইড, CH_2Br-CH_2Br) উত্তপ্ত করিলে অ্যালকিন উৎপন্ন হয়। কিন্তু অ্যালকিলিন ডাইহ্যালাইড সুলভ নয়।



(৪) **অ্যালকাইন হইতে:** জিংক অ্যাসিটেট-দ্বারা-বিষিত র‍্যানি নিকেলের উপর দিয়া 100°-250° তাপাংকে অ্যালকাইন ও হাইড্রোজেন প্রবাহিত করিলে অ্যালকিন পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন সংযোজন দ্বিবন্ধে সীমিত থাকে।

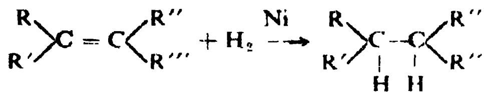


(৫) **ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টার হইতে:** উচ্চ তাপাংকে (350°-600°) ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টার অনুরূপ অ্যালকিনে বিয়োজিত হয়।

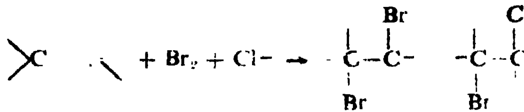


সাধারণ ধর্ম: 2-4 কার্বন-পরমাণু-বিশিষ্ট অ্যালকিন সাধারণ চাপে ও তাপাংকে গ্যাসীয়; উর্ধ্বতন অ্যালকিন উদ্বায়ী তরল কিংবা কঠিন। তরল এবং তরলীকৃত অ্যালকিন জল অপেক্ষা লঘুতর (আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.610–0.716). অ্যালকিনের স্ফুটনাংক অনুরূপ অ্যালকেনের স্ফুটনাংকের কাছাকাছি কিন্তু গলনাংক নিম্নতর। অ্যালকিন জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু তরল হাইড্রোকার্বন, ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড প্রভৃতিতে সহজে দ্রবণীয়। ইহারা সহজ-দাহ্য, বায়ুতে উজ্জ্বল শিখায় জ্বলে এবং প্রচুর ভুসা উৎপাদন করে। বায়ুর সহিত বিশেষ অনুপাতে মিশাইলে অগ্নি সংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। ইহাদের বিক্রিয়া প্রধানতঃ সংযোজনঘটিত এবং ইথিলিনের অনুরূপ।

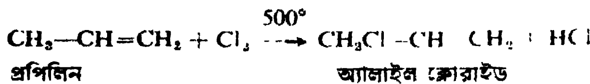
অ্যালকিনের সাধারণ বিক্রিয়া: (১) **হাইড্রোজেন সংযোজন বা বিজারণ।**—র‍্যানি নিকেলের (Al-Ni সংকর ধাতু চূর্ণ হইতে উত্তপ্ত জলীয় কস্টিক সোডা দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম অপসারিত করিয়া প্রস্তুত অতি সূক্ষ্ম নিকেল কণিকা) উপর দিয়া অ্যালকিন ও হাইড্রোজেন সাধারণ বায়ুচাপ ও তাপাংকে প্রবাহিত করিলে অনুরূপ অ্যালকেন উৎপন্ন হয়। সাধারণ নিকেল অনুঘটকের ক্ষেত্রে উচ্চ তাপাংক ও চাপ প্রয়োজন। ধাতু-পৃষ্ঠে এই সংযোজন ঘটে; অ্যালকিন অণুর এক পার্শ্বে হাইড্রোজেন যুক্ত হয় অর্থাৎ সংযোজন সিস্- (ট্র্যানস- নয়)। জায়মান হাইড্রোজেন (যথা জিংক ও লঘু অ্যাসিড হইতে) অ্যালকিনের দ্বিবন্ধে যুক্ত হয় না।



(২) **হ্যালোজেন সংযোজন:** ক্লোরিনের বিক্রিয়া অতিশয় প্রচণ্ড এবং ধ্বংসাত্মক; আইয়োডিনের সংযোজন অতি মন্থর। নিষ্ক্রিয় দ্রাবকে যথা কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে এক অণু ক্লোরিন ও ব্রোমিন অ্যালকিনের সহিত সাধারণ তাপাংকে দ্রুত যুক্ত হইয়া 1,2-ডাইহ্যালাইড গঠন করে। সংযোজন ট্র্যানস- এবং ঘটে দুই ধাপে; কারণ ক্লোরাইড আয়নের উপস্থিতিতে ব্রোমিন ও অ্যালকিন হইতে ব্রোমোক্লোরাইড পাওয়া যায়।



500°–600° তাপাংকে ক্লোরিন ও ব্রোমিন গ্যাসীয় অ্যালকিনের দ্বিবন্ধে সংযুক্ত না হইয়া ইহার হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে।

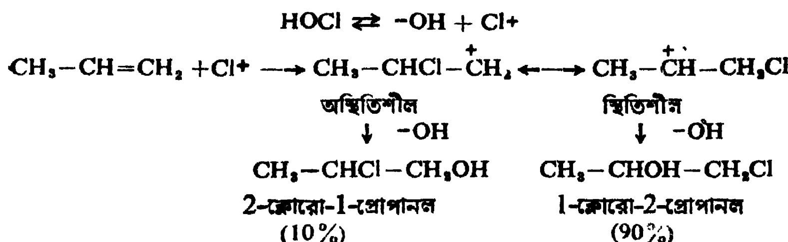


(৩) **হ্যালোজেন হাইড্র্যাসিড সংযোজন:** সাধারণ তাপাংকে গাঢ় হাইড্রোব্রোমিক ও হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড এবং উচ্চ তাপাংকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে প্রবীভূত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অ্যালকিনে সংযুক্ত হয় দুই ধাপে। ইহাদের সক্রিয়তা এই রকম: HI > HBr > HCl অপ্রতিসম (unsymmetrical) অ্যালকিনে সংযোজন মারকনিকফ সূত্র অনুসারে হয়। কিন্তু হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে আলোক কিংবা পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে ইহার ব্যতিক্রম ঘটে (পৃঃ ৭৭)।



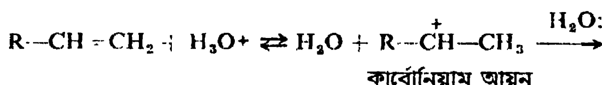
(৪) **হাইপোহ্যালাস অ্যাসিড সংযোজন:** সাধারণ তাপাংকে হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে অ্যালকিন চালনা করিলে অ্যালকিন ক্লোরোহাইড্রিন বা ক্লোরোহাইড্রিন

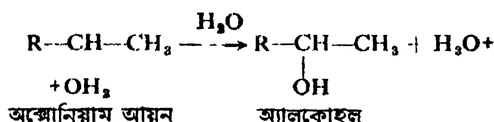
কোহল উৎপন্ন হয়। অপ্রতিসম অ্যালকিনে সংযোজন মারকনিকফ সূত্র অনুযায়ী ঘটে।

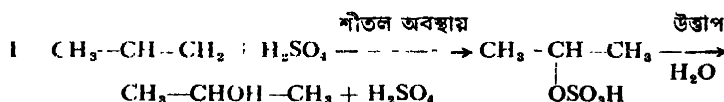


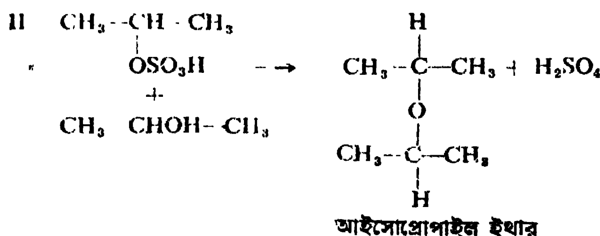
(৫) **সালফিউরিক অ্যাসিড সংযোজন:** শীতল গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রুত অ্যালকিন বিশোষণ করে। ইহার লঘু জলীয় দ্রবণ ফুটাইলে অ্যালকোহল পাওয়া যায়। অ্যালকোহল ও অ্যালকিল হাইড্রোজেন সালফেট হইতে কিছু ইথার উৎপন্ন হয়।





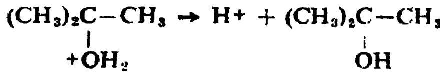






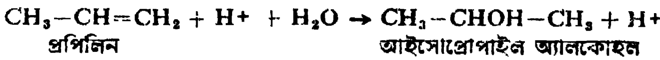
(৬) **জল সংযোজন:** অ্যাসিডের লঘু জলীয় দ্রবণে অ্যালকিনের সহিত এক অণু জল সরাসরি যুক্ত হইয়া অ্যালকোহল উৎপাদন করে। এখানে অ্যাসিডের ভূমিকা অনুঘটকের, যে কোন তীব্র অ্যাসিড হাইড্রোজেন আয়ন দিতে সক্ষম।



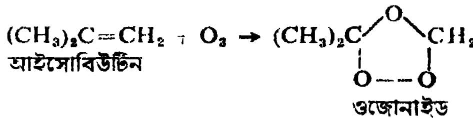


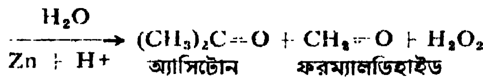
টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল

শিল্পে এই ভাবে টারশিয়ারী বিউটাইল এবং আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়।

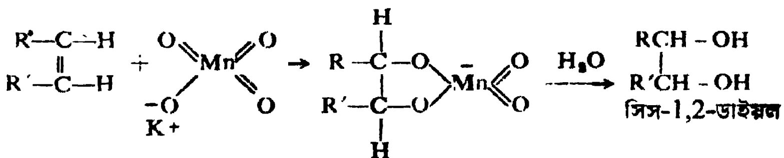


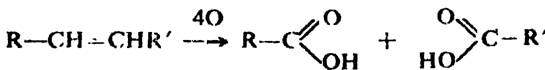
(৭) **ওজোন সংযোজন :** অ্যালকিনের কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণে সাধারণ তাপাংকে ওজোন সঞ্চালিত করিলে অস্থিতিশীল ওজোনাইড পাওয়া যায়। এই বিক্রিয়ায় অ্যালকিনের দ্বিবন্ধ বিচ্ছিন্ন হয়। জিংক ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা বিজারিত ওজোনাইড এক অণু কিটোন এবং এক অণু অ্যালডিহাইডে বিয়োজিত হয়। কোন অজানা যৌগে দ্বিবন্ধের অবস্থান এই ভাবে নির্ধারণ করা চলে।





(৮) **জারণ :** পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের প্রশম (neutral) লঘু জলীয় দ্রবণ শীতল অবস্থায় অ্যালকিনের দ্বিবন্ধে দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ সংযুক্ত করিয়া 1,2-ডাইয়ল উৎপাদন করে। এই সংযোজন সিস-(ট্রান্স- নয়) অর্থাৎ অ্যালকিনের একই পার্শ্বে ঘটে। কিন্তু ইহার গাঢ় আম্লিক দ্রবণ উত্তপ্ত অবস্থায় অ্যালকিনকে দ্বিবন্ধ বরাবর খণ্ডিত করিয়া দুই অণু অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।





কার্বক্সিলিক অ্যাসিড

অ্যালকাইন বা ইথাইন : ইহাদের অণুতে অন্ততঃ একটি $C \equiv C$ ত্রিবন্ধ আছে। এই সমগণীয় পর্যায়ের সাধারণ আণবিক সংকেত C_nH_{2n-2}. প্রথম এবং প্রধান সদস্য অ্যাসিটিলিন, $CH \equiv CH$. ইহার নামেই গোটা পর্যায় পরিচিত। অ্যালকাইন ও ডাইয়িন সমাবয়বী, যথা 1-বিউটাইন, $CH \equiv C\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, এবং 1,3-বিউটাডাইয়িন, $CH_2{=}CH\text{-}CH{=}CH_2$. অতি সক্রিয় অ্যালকাইন বিমুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে অনুপস্থিত। সাধারণ পদ্ধতিতে অ্যালকাইনের নামকরণ হয় অ্যাসিটিলিনের যৌগ

হিসাবে; যেমন মিথাইলঅ্যাসিটিলিন, $CH_3-C \equiv CH$, ডাইমিথাইলঅ্যাসিটিলিন, $CH_3-C \equiv C-CH_3$, ইত্যাদি। অনুরূপ অ্যালকেনের নামের '-এন'কে '-আইন'এ পরিবর্তন করিলে ইহাদের IUPAC নাম পাওয়া যায়; যথা: ইথাইন, $CH \equiv CH$, প্রোপাইন, $CH_3-C \equiv CH$, 1-বিউটাইন, $CH_3-CH_2-C \equiv CH$, ইত্যাদি। উচ্চতর অ্যালকাইনের IUPAC নামের প্রথমে ত্রিবন্ধের অবস্থান-সূচক সংখ্যা থাকে; যথা 2-পেনটাইন, $CH_3-C \equiv C-CH_2-CH_3$, 5-মিথাইল-2-হেক্সাইন, $CH_3-C \equiv C-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$, ইত্যাদি। ইহাদের একযোজী মূলকের



(univalent group) নামকরণও অনুরূপ; যথা: ইথিনাইল, $CH \equiv C-$, প্রপ-2-ইনাইল, $CH \equiv C-CH_2-$, ইত্যাদি।

অ্যাসিটিলিন, ইথাইন, $CH \equiv CH$. কোল গ্যাসে অতি সামান্য (0.06%) থাকে; খনিজ তৈলের ভারী অংশ হইতে গ্যাসোলিন উৎপাদনের সময় ইহা পাওয়া যায়। বৈদ্যুতিক চুল্লির উচ্চ তাপাংকে কাঠকয়লা দ্বারা চুন বিজারিত করিয়া ধাতব ক্যালশিয়াম পাইবার আশায় উইলসন ও তাহার সহকর্মীদ্বয় মিশ্রণ জলে ঢালিয়া ক্যালশিয়ামের বদলে পাইলেন প্রচুর অ্যাসিটিলিন। প্রথম শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি আবিষ্কারের কাহিনী ইহাই।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) ক্যালশিয়াম কার্বাইড হইতে: সাধারণ তাপাংকে ক্যালশিয়াম কার্বাইডের সহিত জল মিশাইয়া পরীক্ষাগারে অ্যাসিটিলিন প্রস্তুত হয়। বিদ্যুৎ সুলভ হইলে শিল্পেও ক্যালশিয়াম কার্বাইড হইতে অ্যাসিটিলিন তৈয়ার হয়। পরীক্ষাগারে কাঁচ কূপীতে কার্বাইডের টুকরা লইয়া বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে জল যোগ কর (১৬নং চিত্র)। নির্গত অ্যাসিটিলিনের সহিত সামান্য ফসফিন, PH_3, সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন, H_2S, এবং অ্যামোনিয়া, NH_3, থাকে। কপার সালফেটের আম্লিক দ্রবণের ভিতর দিয়া চালনা করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন পাইবে। উৎপন্ন অ্যাসিটিলিনের দুর্গন্ধ হাইড্রোজেন সালফাইড ও ফসফিনের জন্য। 2500°–3000° তাপাংকে কোক কয়লা ও পাথর চুন বৈদ্যুতিক চুল্লিতে উত্তপ্ত করিয়া শিল্পে ক্যালশিয়াম কার্বাইড তৈয়ার হয়।



$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$$

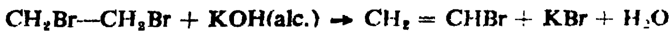


$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow CH \equiv CH + Ca(OH)_2$$

ক্যালশিয়াম কার্বাইড অ্যাসিটিলিন

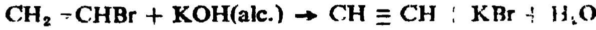
(২) **ইথিলিন ডাইব্রোমাইড হইতে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন:** কাঁচ কূপীতে ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশে বিয়োজী ফানেল হইতে ইথিলিন ডাইব্রোমাইড ফোঁটা ফোঁটা যোগ কর। এক অণু ডাইব্রোমাইড হইতে দুই অণু হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বিচ্ছিন্ন হইয়া অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন হয়। খাড়া কনডেনসার ব্যবহার করিলে বাষ্পাকারে

ইথাইল অ্যালকোহল পালাইতে পারে না। কস্টিক পটাশ কস্টিক সোডা অপেক্ষা অ্যালকোহলে অধিকতর দ্রবণীয় বলিয়া ইহা ব্যবহৃত হয়।



$$CH_2Br-CH_2Br + KOH(alc.) \rightarrow CH_2 = CHBr + KBr + H_2O$$

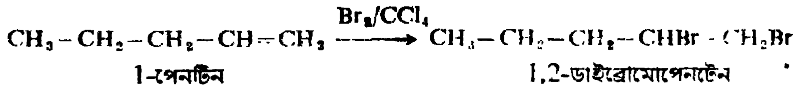
ইথিলিন ডাইব্রোমাইড ভিনাইল ব্রোমাইড



$$CH_2 = CHBr + KOH(alc.) \rightarrow CH \equiv CH + KBr + H_2O$$

ভিনাইল ব্রোমাইড অ্যাসিটিলিন

1-পেনটিন হইতে এই ভাবে 1-পেনটাইন পাওয়া যায়:



$$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2 \xrightarrow{Br_2/CCl_4} CH_3-CH_2-CH_2-CHBr-CH_2Br$$

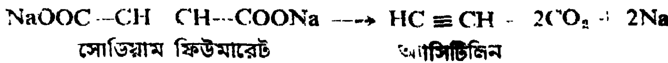
1-পেনটিন 1,2-ডাইব্রোমোপেনটেন



$$\xrightarrow[-2HBr]{KOH(alc.)} CH_3-CH_2-CH_2-C \equiv CH$$

1-পেনটাইন

(৩) **ফিউমারিক অথবা ম্যালেয়িক অ্যাসিড হইতে:** সোডিয়াম ফিউমারেট কিংবা ম্যালেয়েটের গাঢ় জলীয় দ্রবণ তড়িদ্‌বিশ্লেষ করিলে অ্যাসিটিলিন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড অ্যানোডে নির্গত হয়। কস্টিক পটাশ দ্রবণে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিশোষণ করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন পাওয়া যায়।



$$NaOOC-CH=CH-COONa \rightarrow HC \equiv CH + 2CO_2 + 2Na$$

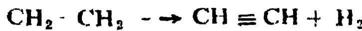
সোডিয়াম ফিউমারেট অ্যাসিটিলিন

(৪) **প্রাকৃতিক গ্যাস হইতে শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি:** বিউটেন-সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস স্বাভাবিক বায়ুচাপে 1300° তাপাংকে স্টীমসহ অতি অল্প ক্ষণ (0.03 সেকেণ্ড) গরম করিলে ইহার 15% অ্যাসিটিলিনে বিয়োজিত হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসের মিথেনও এই অবস্থায় অ্যাসিটিলিনে পরিণত হয়।



$$C_4H_{10} \rightarrow CH \equiv CH + CH_2 = CH_2 + H_2 + CO \text{ etc.}$$

বিউটেন অ্যাসিটিলিন ইথিলিন



$$CH_2 = CH_2 \rightarrow CH \equiv CH + H_2$$

ইথিলিন অ্যাসিটিলিন



$$2CH_4 \rightarrow CH \equiv CH + 3H_2$$

মিথেন অ্যাসিটিলিন

ধর্ম: অ্যাসিটিলিন বর্ণবিহীন, বায়ু অপেক্ষা লঘুতর গ্যাস; বিশুদ্ধ অবস্থায় ইহার গন্ধ ইথারের মত সুমিষ্ট। 0° তাপাংকে ও 26 গুণ বায়ুচাপে ইহা তরল আকার ধারণ করে। তরল অ্যাসিটিলিন অস্থিতিশীল; ঠুকাঠুকিতে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটিতে পারে। তরল অবস্থায় ইহা মজুত বা স্থানান্তরিত করা আইন-বিরুদ্ধ। 12 গুণ বায়ুচাপে অ্যাসিটিলিনের 300 ভাগ এক ভাগ অ্যাসিটোনে (আয়তন-ভিত্তিক) দ্রবীভূত হয়।

অ্যাসিটোন-মাখানো কাঠকয়লা কিংবা পিউমিস খণ্ডে ইস্পাতের সিলিণ্ডার ভর্তি করিয়া তাহাতে অ্যাসিটিলিন গ্যাস বিশোষিত করা হয়। চাপ হ্রাস করিলে গ্যাস বাহির হয়। অ্যাসিটিলিন জলে প্রায় অদ্রবণীয়। বায়ুতে ইহা রক্তাভ শিখায় প্রচুর ভুসাসহ জ্বলে; কিন্তু চ্যাপ্টা দীপে ইহার শিখা অতি উজ্জ্বল ও ভুসাহীন। গ্রামাঞ্চলে বিজলী বাতির বিকল্প হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়। অক্সিজেন-মিশ্রিত-অ্যাসিটিলিন শিখার তাপাংক প্রায় 3500°; শিল্পে ধাতু কাটিতে ও জোড়া দিতে ইহার ব্যবহার ব্যাপক। বায়ুর সহিত 3-70% অ্যাসিটিলিন থাকিলে অগ্নি সংযোগে বিস্ফোরণ ঘটিতে পারে।

বিক্রিয়া: (১) **হাইড্রোজেন সংযোজন:** সাধারণ তাপাংকে প্ল্যাটিনাম অথবা প্যালা-ডিয়াম অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন অ্যাসিটিলিনকে যথাক্রমে ইথিলিন ও ইথেনে বিজারিত করে। নিকেল কণিকার ক্ষেত্রে 100° তাপাংক আবশ্যক। জিংক অ্যাসিটেট-দ্বারা-বিষিত র‍্যানি নিকেল বিজারণ 100° তাপাংকে ইথিলিনে সীমিত রাখে।

$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{CH \equiv CH} \xrightarrow{H_2} \underset{\text{ইথিলিন}}{CH_2{=}CH_2} \xrightarrow{H_2} \underset{\text{ইথেন}}{CH_3{-}CH_3}$$

$$CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow[Ni]{\text{বিষিত}} CH_2{=}CH_2$$

জায়মান হাইড্রোজেন (যথা জিংক চূর্ণ ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে) অ্যাসিটিলিনকে ইথিলিনে বিজারিত করে।

$$CH \equiv CH + 2H \longrightarrow CH_2{=}CH_2$$

(২) **হ্যালোজেন সংযোজন:** আলোর অনুপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিন ও ক্লোরিন যথাক্রমে অ্যাসিটিলিন ডাইক্লোরাইড ও টেট্রাক্লোরাইড গঠন করে। আলোতে এই বিক্রিয়া প্রচণ্ড হয় কিন্তু কার্বন টেট্রাক্লোরাইড বা ইথাইল অ্যালকোহল দ্রবণে তীব্রতা কমে। অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড (ওয়েস্ট্রন) রবার, চর্বি ও বার্ণিশের অদাহ্য দ্রাবক। শিল্পে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করিয়া ওয়েস্ট্রন তৈয়ার হয়; ফেরিক ক্লোরাইড অন্যতম অনুঘটক।

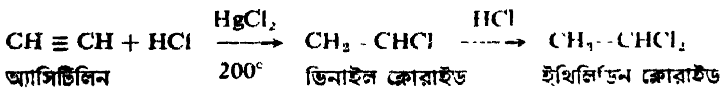
$$\underset{\text{অ্যাসিটিলিন}}{CH \equiv CH} \xrightarrow{Cl_2} \underset{\text{অ্যাসিটিলিন ডাইক্লোরাইড}}{CHCl{=}CHCl} \xrightarrow{Cl_2} \underset{\text{অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড}}{CHCl_2{-}CHCl_2}$$

500° তাপাংকে ওয়েস্ট্রন বেরিয়াম ক্লোরাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ট্রাই-ক্লোরোইথিলিন (ওয়েস্ট্রোসল) পাওয়া যায়। ইহা বিনা জলে কাপড় কাচিতে ও বীজ হইতে তৈল নিষ্কাশনে ব্যবহৃত হয়।

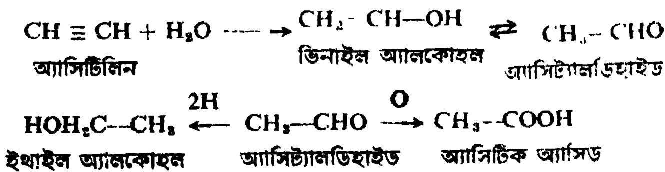
$$\underset{\text{ওয়েস্ট্রন}}{CHCl_2{-}CHCl_2} \xrightarrow{500^\circ} \underset{\text{ওয়েস্ট্রোসল}}{CCl_2{=}CHCl} + HCl$$

জলীয় ব্রোমিন ও অ্যাসিটিলিন অ্যাসিটিলিন ডাইব্রোমাইড গঠন করে। তরল ব্রোমিন হইতে টেট্রাব্রোমাইড পাওয়া যায়। সাধারণ তাপাংকে অ্যালকোহলীয় আইয়োডিন ধীরে ধীরে অ্যাসিটিলিন ডাইআইয়োডাইড উৎপাদন করে। ফ্লোরিন প্রচণ্ড বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিলিনকে কার্বন কণিকা (অঙ্গার) ও হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডে পরিণত করে।

(৩) **হাইড্রোজেন হ্যালাইড সংযোজন:** অ্যাসিটিলিনের সহিত হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিডের সংযোজন দ্রুত এবং হাইড্রোফ্লোরিক অ্যাসিডের সংযোজন মন্থর। বিক্রিয়া দ্বিতীয় ধাপে মারকনিকফ সূত্র অনুসারে চলে। যথেষ্ট হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড থাকিলে উচ্চ তাপাংকে দ্বিতীয় ধাপে ইথিলিডিন ক্লোরাইড গঠিত হয়। আলোর অনুপস্থিতিতে সাধারণ তাপাংকে হাইড্রোজেন ব্রোমাইড এবং হাইড্রোজেন আইয়োডাইডের বিক্রিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের অনুরূপ। পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) প্লাস্টিকের জন্য শিল্পে প্রচুর ভিনাইল ক্লোরাইডের প্রয়োজন। 200° তাপাংকে মারকিউরিক ক্লোরাইডের উপর দিয়া নির্জল অ্যাসিটিলিন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড প্রবাহিত করিয়া ভিনাইল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়।

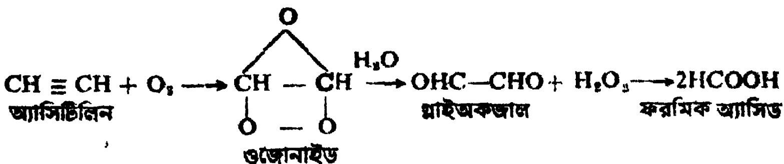

$$CH \equiv CH + HCl \xrightarrow[200^{\circ}]{HgCl_2} CH_2-CHCl \xrightarrow{HCl} CH_3-CHCl_2$$
অ্যাসিটিলিন ভিনাইল ক্লোরাইড ইথিলিডিন ক্লোরাইড

(৪) **জল সংযোজন:** 70°-100° তাপাংকে 20% সালফিউরিক অ্যাসিডে মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে স্বাভাবিক বায়ুচাপে অ্যাসিটিলিন অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়। জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে অ্যাসিট্যালডিহাইড জারিত করিয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও বিজারিত করিয়া ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

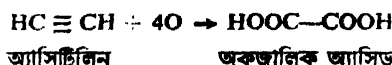

$$CH \equiv CH + H_2O \longrightarrow CH_2=CH-OH \rightleftharpoons CH_3-CHO$$
অ্যাসিটিলিন ভিনাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

$$HOH_2C-CH_3 \xleftarrow{2H} CH_3-CHO \xrightarrow{O} CH_3-COOH$$
ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৫) **ওজোন সংযোজন:** ওজোন-সমৃদ্ধ বায়ু অ্যাসিটিলিনের কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণে চালিত করিলে ওজোনাইড উৎপন্ন হয়; ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লাইঅকজাল পাওয়া যায়। সহজাত হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড গ্লাইঅকজালকে ফরমিক অ্যাসিডে আংশিক জারিত করে।


$$CH \equiv CH + O_3 \longrightarrow \text{ওজোনাইড} \xrightarrow{H_2O} OHC-CHO + H_2O_2 \longrightarrow 2HCOOH$$

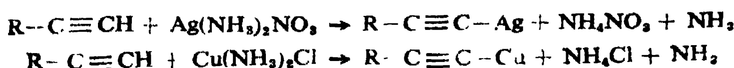
(৬) **জারণ:** ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে অ্যাসিটিলিন গ্যাস সঞ্চালন করিলে অকজালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



$$HC \equiv CH + 4O \rightarrow HOOC{-}COOH$$

অ্যাসিটিলিন অকজালিক অ্যাসিড

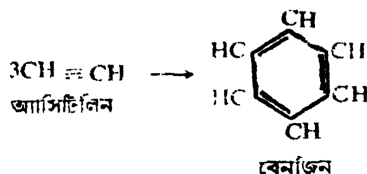
(৭) **ধাতব অ্যাসিটিলাইড গঠন:** সিলভার নাইট্রেটের অ্যামোনিয়া দ্রবণে অ্যাসিটিলিন চালনা করিলে সাদা সিলভার অ্যাসিটিলাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। কিউপ্রাস ক্লোরাইড হইতে এই ভাবে লাল কিউপ্রাস অ্যাসিটিলাইড পাওয়া যায়। অন্য গ্যাসে অ্যাসিটিলিনের উপস্থিতি এই উপায়ে ধরা পড়ে। উভয় অ্যাসিটিলাইড অস্থিতিশীল অতএব সক্রিয়; নির্জল অবস্থায় বিস্ফোরণ ঘটায়। লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাদিগকে অ্যাসিটিলিনে বিয়োজিত করে। গ্যাস মিশ্রণ হইতে এই ভাবে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন উদ্ধার করা চলে। অ্যালকিল অ্যাসিটিলিন, $RC \equiv CH$, অনুরূপ লবণ গঠন করে যথা



$$R{-}C \equiv CH + Ag(NH_3)_2NO_3 \rightarrow R{-}C \equiv C{-}Ag + NH_4NO_3 + NH_3$$

$$R{-}C \equiv CH + Cu(NH_3)_2Cl \rightarrow R{-}C \equiv C{-}Cu + NH_4Cl + NH_3$$

(৮) **পলিমার গঠন:** লোহিত-তপ্ত কোয়ার্টজ (quartz) নলের ভিতর দিয়া (প্রায় 600° তাপাংকে) অ্যাসিটিলিন গ্যাস প্রবাহিত করিলে ইহার কিয়দংশ বেনজিনে রূপান্তরিত হয়; তিন অণু মিলিয়া ট্রাইমার গঠন করে।

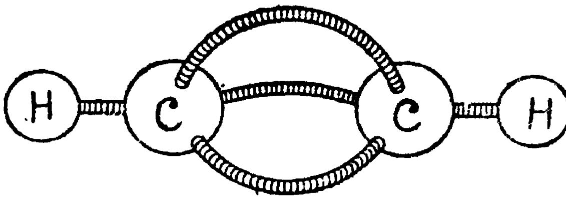


ব্যবহার: i) পলিভিনাইল ক্লোরাইড (P.V.C.) এবং পলিভিনাইল অ্যাসিটেট (P.V.A.) প্লাস্টিক উৎপাদনে প্রচুর অ্যাসিটিলিন প্রয়োজন। (ii) ধাতু কাটিতে ও জোড়া দিতে অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা অপরিহার্য। (iii) অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড (তৈল ও চর্বির দ্রাবক), ট্রাইক্লোরোইথিলিন, $CHCl{=}CCl_2$, (বিনা জলে কাপড় কাচিতে), নিউপ্রিন (কৃত্রিম রবার), অ্যাসিটোন, অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রভৃতি অ্যাসিটিলিন হইতে তৈয়ার হয়। (iv) গ্রামাঞ্চলে বাতি জ্বালিতে অ্যাসিটিলিন ব্যবহৃত হয়।

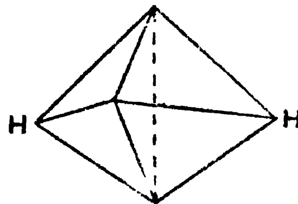
আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও বাষ্প ঘনত্ব হইতে অ্যাসিটিলিনের আণবিক সংকেত C_2H_2. (ii) অনুঘটকের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিনের সহিত হাইড্রোজেন সংযোজনে প্রথমে ইথিলিন ও পরে ইথেন পাওয়া যায়। সুতরাং ইথিলিন এবং ইথেনে যেমন দুই কার্বন পরমাণু সরাসরি যুক্ত, অ্যাসিটিলিনেও তাহা স্বাভাবিক। (iii) ভড়িদ-

বিশ্লেষে সোডিয়াম ফিউমারেট, NaOOC−CH=CH−COONa, হইতে অ্যাসিটিলিন উৎপন্ন হয়।

ইহা হইতে অনুমান: অ্যাসিটিলিনের আণবিক গঠন —CH=CH—. বিমুক্ত বন্ধনের অস্তিত্ব নাই, অতএব অ্যাসিটিলিনের আণবিক গঠন CH≡CH ত্রিবন্ধের ফলে অ্যাসিটিলিন অণুর কার্বন ইথিলিনের কার্বন হইতেও নিকটতর (1·20 A)। এক্ষেত্রে তিনটি যোজ্যতা বন্ধন (valency bonds) কাছাকাছি টানিয়া আনিতে হইয়াছে। কাজেই অ্যাসিটিলিন অণুর আভ্যন্তরীণ অবস্থা আরও অস্বাভাবিক, অস্বচ্ছন্দতা আরও অধিক। সুযোগ পাওয়ামাত্র যোজ্যতা স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরিয়া আসে।



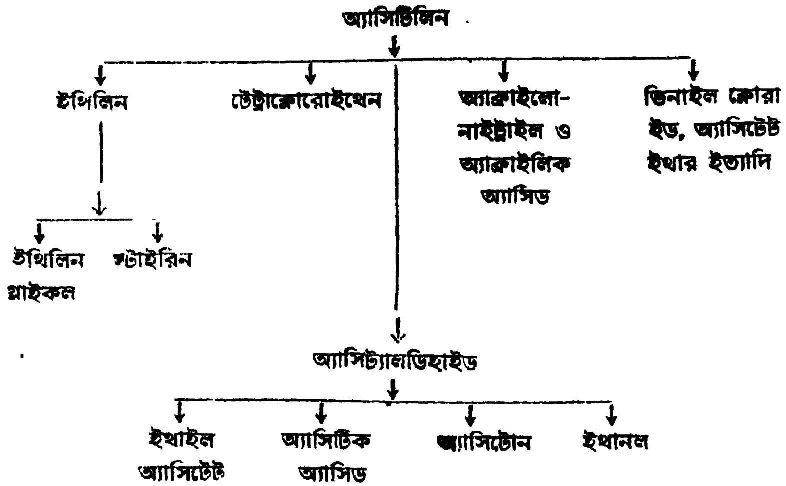
৯ নং চিত্র। অ্যাসিটিলিন।



৯ক নং চিত্র। টেট্রাহিড্রন গঠন।

অ্যাসিটিলিন অণুর সকল কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণু একই সরল রেখায় অবস্থিত। ইহার ত্রিবন্ধের, C≡C, একটি σ বন্ধন ও অপর দুইটি π বন্ধন। এই ত্রিবন্ধ বিয়োজিত করিতে 186 kcal/mole শক্তির প্রয়োজন (C=C দ্বিবন্ধের জন্য দরকার হয় 142 kcal/mole). ইথেন অথবা ইথিলিনের তুলনায় অ্যাসিটিলিনের অণুতে কার্বনের ইলেকট্রন কেন্দ্রীয় প্রোটনের নিকটতর। ইহাতে উভয়ের আকর্ষণ দৃঢ়তর এবং C−H বন্ধন শিথিল হইয়াছে। ফলে হাইড্রোজেনের প্রোটনরূপে পালাইবার প্রবণতা বৃদ্ধি পাইয়াছে। তাই অ্যাসিটিলিন অ্যাসিডের মত ধাতব লবণ গঠন করে।

অ্যাসিটিলিন হইতে বহু গুরুত্বপূর্ণ যৌগ পেট্রোকেমিক্যাল কারখানায় উৎপন্ন হয়, যথা



প্রশ্নমালা

১। পরীক্ষাগারে কি ভাবে মিথেন প্রস্তুত করিবে? ইহার প্রধান ব্যবহার উল্লেখ কর। ক্লোরিন ও নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ইহার বিক্রিয়া বর্ণনা কর।

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) সমগণীয় পর্যায়, (ii) পলিমারিজেশন, (iii) সমাবয়বতা, (iv) মারকনিকফের সূত্র ও (v) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

৩। প্যারাফিন বলিতে কি বুঝায়? ইহাদের এই নাম কেন? অ্যালকেনের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর।

৪। 10 cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও 60 cc অক্সিজেনে বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গ দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটানো হইল। অবশিষ্ট গ্যাসের আয়তন 45 cc, ইহার 20 cc কস্টিক পটাশ দ্রবণ বিশোষণ করিল। হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। (সকল আয়তন সাধারণ তাপাংকে ও বায়ুচাপে নিরূপিত)।

৫। পরীক্ষাগারে কি উপায়ে অ্যাসিটিলিন তৈয়ার করিবে? (i) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, (ii) ক্লোরিন, (iii) হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড ও (iv) ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সহিত অ্যাসিটিলিনের বিক্রিয়ার বিবরণ সমীকরণসহ দাও।

৬। ইথিলিনের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। দ্বিবন্ধ-যুক্ত কার্বন পরমাণু একবন্ধ-যুক্ত কার্বন পরমাণু অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয় কেন?

৭। কি উপায়ে ইথেনকে ইথিলিনে এবং ইথিলিনকে ইথেনে রূপান্তরিত করিবে? ইহাদিগকে শনাক্ত করিবে কি উপায়ে?

৮। একাধিক হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত C_4H_8; ইহাদের আণবিক গঠন কি? ইহাদের সাধারণ নাম ও IUPAC নাম লিখ। ইথেন ও ইথিলিন কি উপায়ে অ্যাসিটিলিনে রূপান্তরিত করা যায়?

৯। 10 cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও 47 cc অক্সিজেনের মিশ্রণে বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গ দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটানোর ফলে 30 cc গ্যাস অবশিষ্ট রহিল। ইহার 2 cc অক্সিজেন হইলে, হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত কি? ইহার সম্ভাব্য আণবিক গঠন উল্লেখ কর। সকল গ্যাসের আয়তন সাধারণ তাপাংকে ও বায়ুচাপে নিরূপিত।

১০। অ্যাসিটিলিনের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর। ইহার প্রধান প্রয়োগ কি কি? অ্যাসিটিলিন হইতে কি উপায়ে (i) ইথাইল অ্যালকোহল, (ii) অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং (iii) অকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার করা যায়?

১১। কোনও গ্যাস ইথেন, ইথিলিন অথবা অ্যাসিটিলিন হইতে পারে। কি উপায়ে ইহাকে শনাক্ত করিবে? ইহাদের ভৌত ধর্ম ও বিক্রিয়া আলোচনা কর।

১২। ইথেন, ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিনের মিশ্রণ হইতে ইহাদিগকে পৃথক করিবার প্রণালী বর্ণনা কর।

১৩। (i) হাইড্রোজেন, (ii) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, (iii) ক্লোরিন, (iv) জল এবং (v) সিলভার নাইট্রেটের সহিত অ্যাসিটিলিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ লিখ।

১৪। কোন জৈব যৌগ (যাহার I = 69.13%) জিংক-কপার কাপল ও ইথাইল অ্যালকোহল দ্বারা X যৌগে বিজারিত হইল; ইহার C = 83.1%, H = 16.9%. X-এর আণবিক সংকেত ও সম্ভাব্য গঠন কি?

১৫। ওজোনের সহিত ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিনের বিক্রিয়া বর্ণনা কর। উৎপন্ন যৌগ আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে কি পাওয়া যায়?

১৬। 10 cc ইথেন ও মিথেন গ্যাসের মিশ্রণ ও 60 cc অক্সিজেনে বৈদ্যুতিক স্ফুলিঙ্গ দ্বারা বিস্ফোরণ ঘটানোর পর 48 cc গ্যাস অবশিষ্ট রহিল। কস্টিক পটাশ দ্রবণসহ ঝাঁকানোর পর ইহার আয়তন হইল 34 cc. মিশ্রণে ইথেন ও মিথেনের আণবিক অনুপাত নির্ণয় কর। সকল আয়তন সাধারণ তাপাংকে ও বায়ুচাপে নির্ণীত।

১৭। C_6H_{14} আণবিক সংকেতের যৌগগুলির প্রত্যেকটিতে কয়টি প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী, টারশিয়ারী ও কোয়াটারনারী কার্বন আছে? ইহাদের আণবিক গঠন ও I.U.P.A.C. নাম লিখ।

পঞ্চম অধ্যায়

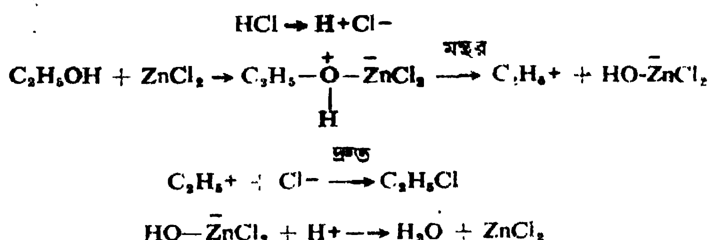
অ্যালকেন ও হ্যালোজেনের যৌগ

অ্যালকেন অণুর একটি হাইড্রোজেন পরমাণু হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে অ্যালকিল হ্যালাইড পাওয়া যায়। মিথাইল ক্লোরাইড, CH_3Cl, সরলতম গঠনের অ্যালকিল হ্যালাইড। এই সমগণীয় পর্যায়ের সাধারণ আণবিক সংকেত $C_nH_{2n+1}X$, X = হ্যালোজেন পরমাণু। অ্যালকেনের তুলনায় ইহারা অত্যধিক সক্রিয়; জৈব সংশ্লেষণে ইহাদের বহুল ব্যবহার। সক্রিয়তার ধারা: আইয়োডাইড > ব্রোমাইড > ক্লোরাইড > ফ্লোরাইড। যে $C-X$ বন্ধন যত দুর্বল, তাহা তত সক্রিয় যেহেতু তাহা বিচ্ছিন্ন করিতে তত কম শক্তি দরকার। ইহাদের বন্ধন বিয়োজন শক্তির (bond dissociation energy) পরিমাণ হইতে এই সক্রিয়তার কারণ বুঝা যাইবে, যথা $C-I$ (56 kcal/mole), $C-Br$ (64 kcal/mole), $C-Cl$ (77 kcal/mole) এবং $C-F$ (102 kcal/mole).

নামকরণ: হ্যালোজেন-ঘটিত অ্যালকেনের সাধারণ নামকরণ সংশ্লিষ্ট অ্যালকিল গ্রুপ অনুসারে হয় যদি অণুতে একটি হ্যালোজেন পরমাণু থাকে; যেমন ইথাইল ক্লোরাইড, C_2H_5-Cl, আইসোপ্রোপাইল ব্রোমাইড, $CH_3-CHBr-CH_3$, টারশিয়ারী বিউটাইল আইয়োডাইড, $(CH_3)_3C\text{-}I$, ইত্যাদি। অ্যালকিল গ্রুপ অনুযায়ী ইহারাও প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী হ্যালাইড আখ্যা পায়। হ্যালাইডে দুই পরমাণু হ্যালোজেন থাকিলে উহারা এক বা বিভিন্ন কার্বনের সহিত যুক্ত হইতে পারে —নাম হয় অ্যালকিলিন হ্যালাইড; যথা মিথিলিন ক্লোরাইড, CH_2Cl_2, ইথিলিন ব্রোমাইড, $CH_2Br\cdot CH_2Br$; মিথিলিন ক্লোরাইড ও ইথিলিডিন ক্লোরাইড, $CH_3\text{-}CHCl_2$, যুগ্ম (gem. gemini) হ্যালাইড, আর ইথিলিন ব্রোমাইড পার্শ্ববর্তী (vic, vicinal) হ্যালাইড। IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকেন ও হ্যালোজেন-জাত-যৌগকে হ্যালোজেন-প্রতিস্থাপিত অ্যালকেন গণ্য করা হয়। যথা ক্লোরোইথেন, CH_3-CH_2Cl, 2-ব্রোমোপ্রোপেন, $CH_3-CHBr-CH_3$, 1-ব্রোমো-3-আইয়োডোপেনটেন, $CH_2Br\text{-}CH_2-CHI-CH_2-CH_3$, ইত্যাদি। কার্বন-শৃংখলে হ্যালোজেনের অবস্থান নিম্নতম সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) অ্যালকোহল হইতে: নির্জল ইথাইল অ্যালকোহলে শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস সংপৃক্ত না হওয়া পর্যন্ত চালনা কর। অ্যালকোহলের ওজনের অর্ধেক পরিমাণ নির্জল জিংক ক্লোরাইড যোগ কর উৎপন্ন জল বিশোষণের জন্য। (গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপর ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড পাইবে)। মিশ্রণ জলগাহে (water-bath) ঈষৎ গরম করিয়া পরে পাতন কর। ইথাইল ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 12.5°) বাষ্পাকারে

বাহির হইবে। বরফে-ঠাণ্ডা-করা U-নলের ভিতর দিয়া চালনা করিলে তরল ইথাইল ক্লোরাইড পাইবে। ইহার সহিত কিছু অবিকৃত ইথাইল অ্যালকোহল, জলীয় বাষ্প ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড থাকে। জল, কস্টিক পটাশ দ্রবণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর দিয়া পর পর চালনা করিলে বিশুদ্ধ ইথাইল ক্লোরাইড পাইবে। এই বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের সক্রিয়তার ধারা: টারশিয়ারী > সেকেণ্ডারী > প্রাইমারী; টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহলের, $(CH_3)_3COH$, ক্ষেত্রে জিংক ক্লোরাইড নিষ্প্রয়োজন।



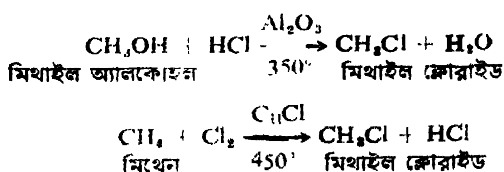
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$C_2H_5OH + ZnCl_2 \rightarrow C_2H_5-\overset{+}{O}(H)-\overset{-}{Z}nCl_2 \xrightarrow{\text{মন্থর}} C_2H_5^+ + HO\text{-}\overset{-}{Z}nCl_2$$

$$C_2H_5^+ + Cl^- \xrightarrow{\text{দ্রুত}} C_2H_5Cl$$

$$HO-\overset{-}{Z}nCl_2 + H^+ \rightarrow H_2O + ZnCl_2$$

শিল্পে 145° তাপাংকে দ্বিগুণ বায়ুচাপে বাষ্পাকারে ইথাইল অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড জিংক ক্লোরাইডের গাঢ় জলীয় দ্রবণে চালিত করিয়া ইথাইল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়। প্রায় অনুরূপ পদ্ধতিতে মিথাইল ক্লোরাইডও প্রস্তুত হয়; বাষ্পীয় মিথাইল অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (1:1) নিরুদক অ্যালুমিনার, Al_2O_3, উপর দিয়া 350° তাপাংকে প্রবাহিত করিলে মিথাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%. শিল্পোৎপাদনের অপর পদ্ধতিতে মিথেন-সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস ও নির্জল ক্লোরিন (1:1) 450° তাপাংকে কিউপ্রাস ক্লোরাইডের উপর দিয়া চালনা করা হয়।



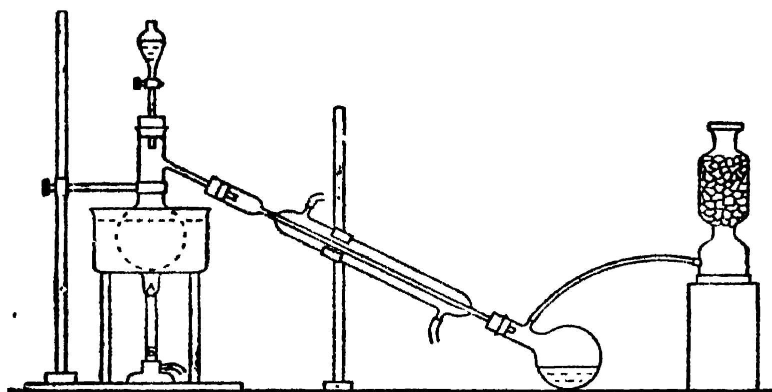
$$\underset{\text{মিথাইল অ্যালকোহল}}{CH_3OH} + HCl \xrightarrow[350^\circ]{Al_2O_3} \underset{\text{মিথাইল ক্লোরাইড}}{CH_3Cl} + H_2O$$

$$\underset{\text{মিথেন}}{CH_4} + Cl_2 \xrightarrow[450^\circ]{CuCl} \underset{\text{মিথাইল ক্লোরাইড}}{CH_3Cl} + HCl$$

পরীক্ষাগারে সাধারণ তাপাংকে প্রাইমারী অ্যালকোহলের, R-OH, হাইড্রক্সিল গ্রুপ, -OH, ফসফরাস পেন্টা- অথবা ট্রাই-হ্যালাইডের বিক্রিয়ায় হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যালকিল হ্যালাইড প্রস্তুত করা চলে।

ইথাইল ব্রোমাইডের প্রস্তুত প্রণালী: পাতন কুপীতে নির্জল ইথাইল অ্যালকোহল (75 cc) এবং লাল ফসফরাস (15 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা ব্রোমিন (20 cc) যোগ কর। কুপী ঠাণ্ডা জলে ডুবানো থাকিবে (২০নং চিত্র)। কয়েক ঘণ্টা পর পাতন করিলে ইথাইল ব্রোমাইড পাইবে। গ্রাহক পাত্র বরফ জলে ডুবানো থাকিলে উদ্বায়ী ইথাইল ব্রোমাইড বাষ্পাকারে উড়িয়া যায় না।

গ্রাহক পাত্রের পার্শ্ববর্তী নল সোডা-চুন-ভরতি টাওয়ারের সঙ্গে জুড়িয়া দাও; ইহাতে বিক্রিয়ালব্ধ হাইড্রোজেন ব্রোমাইড বিশোষিত হইবে এবং ঘরের বায়ু দূষিত হইবে না।



২০নং চিত্র। ইথাইল ব্রোমাইডের প্রস্তুতি।

বিয়োজী ফানেলে ইথাইল ব্রোমাইড লইয়া জলীয় সোডিয়াম কার্বনেট দিয়া ধুইলে অবিকৃত ইথাইল অ্যালকোহল ও হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড চলিয়া যাইবে। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা জলমুক্ত করিয়া পাতন কর; বিশুদ্ধ ইথাইল ব্রোমাইড পাইবে। সাদা ফস-ফরাসের সহিত বিক্রিয়া অতি প্রচণ্ড; ইহা নিয়ন্ত্রণ করা শক্ত।

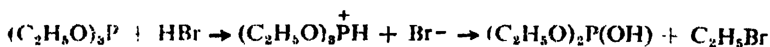


$$2P + 3Br_2 \rightarrow 2PBr_3$$



$$3C_2H_5OH + PBr_3 \rightarrow (C_2H_5O)_3P + 3HBr$$

ইথাইল ফসফাইট

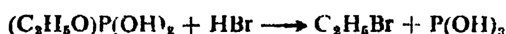


$$(C_2H_5O)_3P + HBr \rightarrow (C_2H_5O)_3\overset{+}{P}H + Br^- \rightarrow (C_2H_5O)_2P(OH) + C_2H_5Br$$

ইথাইল ব্রোমাইড

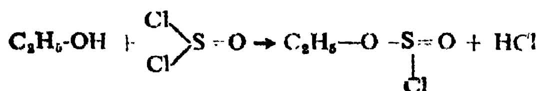


$$(C_2H_5O)_2P(OH) + HBr \rightarrow C_2H_5Br + (C_2H_5O)P(OH)_2$$

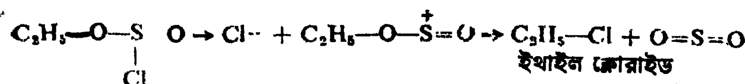


$$(C_2H_5O)P(OH)_2 + HBr \longrightarrow C_2H_5Br + P(OH)_3$$

সাধারণ তাপাংকে থাইয়োনিল ক্লোরাইড, $SOCl_2$, নির্জল প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে। উৎপন্ন অ্যালকিল ক্লোরাইডের সহজাত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও সালফার ডাইঅক্সাইড উভয়েই গ্যাস; কাজেই ইহার শোধন সহজ। থাইয়োনিল ব্রোমাইড অস্থিতিশীল; আইয়োডাইড অজ্ঞাত।



$$C_2H_5\text{-}OH + \begin{matrix}Cl\\Cl\end{matrix}\!\!>S=O \rightarrow C_2H_5-O-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{S}}=O + HCl$$

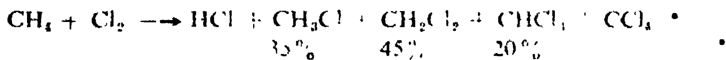


$$C_2H_5-O-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{S}}\;O \rightarrow Cl^- + C_2H_5-O-\overset{+}{S}=O \rightarrow C_2H_5-Cl + O=S=O$$

ইথাইল ক্লোরাইড

নির্জল ইথাইল অ্যালকোহল, লাল ফসফরাস ও আইয়োডিন হইতে অনুরূপ ভাবে ইথাইল আইয়োডাইড প্রস্তুত করা চলে। মিথাইল অ্যালকোহল হইতে এই উপায়ে মিথাইল ব্রোমাইড ও মিথাইল আইয়োডাইড পাওয়া যায়।

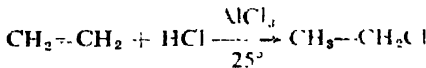
(২) **অ্যালকেন হইতে:** আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরিন অথবা ব্রোমিন দ্বারা সাধারণ তাপাংকে অ্যালকেনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যালকিল ক্লোরাইড অথবা ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়। এই সঙ্গে সামান্য ডাই-, ট্রাই- ইত্যাদি ক্লোরো- বা ব্রোমো-অ্যালকেন পাওয়া যায়। শিল্পে মিথেন-সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস ও ক্লোরিনের সরাসরি বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়।



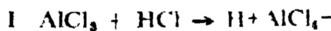
$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow HCl + \underset{35\%}{CH_3Cl} + \underset{45\%}{CH_2Cl_2} + \underset{20\%}{CHCl_3} + CCl_4$$

(৩) **অ্যালকিন হইতে:** অ্যালকিন হাইড্রোজেন হ্যালাইড সংযোজিত করিয়া অ্যালকিল হ্যালাইড উৎপাদন করে। পেট্রো-কেমিক্যাল কারখানায় খনিজ তেলের ইথিলিনের সহিত হাইড্রোজেন ক্লোরাইড যোগ করিয়া ইথাইল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়।

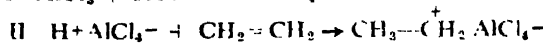
ইথাইল ক্লোরাইড দ্রাবকে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের (2%) উপস্থিতিতে 25° তাপাংকে এই বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে।



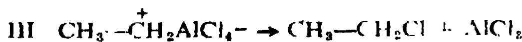
$$CH_2{=}CH_2 + HCl \xrightarrow[25^\circ]{AlCl_3} CH_3{-}CH_2Cl$$



$$\text{I} \quad AlCl_3 + HCl \rightarrow H^+ AlCl_4^-$$



$$\text{II} \quad H^+ AlCl_4^- + CH_2{=}CH_2 \rightarrow CH_3{-}\overset{+}{C}H_2\, AlCl_4^-$$



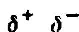
$$\text{III} \quad CH_3{-}\overset{+}{C}H_2 AlCl_4^- \rightarrow CH_3{-}CH_2Cl + AlCl_3$$

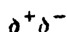
ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে ও বায়ুচাপে মিথাইল ক্লোরাইড, মিথাইল ব্রোমাইড ও ইথাইল ক্লোরাইড গ্যাসীয়; অন্য সকল অ্যালকিল হ্যালাইড বর্ণহীন তরল। ইহাদের ভৌত তথ্য নিচে দেওয়া হইল। আলোর সংস্পর্শে অ্যালকিল আইয়োডাইড ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়: $2RI \rightarrow R-R + I_2$. তাই ইহারা ক্রমশঃ বাদামী রং ধারণ করে। অ্যালকিল হ্যালাইড জলে দ্রবণীয় নয়, ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার, কার্বন ডাইসালফাইড প্রভৃতিতে সহজে দ্রবণীয়। ইহাদের গন্ধ মনোরম কিন্তু সকলেই কমবেশী বিষাক্ত।

	ক্লোরাইড		ব্রোমাইড		আইয়োডাইড	
	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
মিথাইল	−24	0.920	5	1.732	42	2.79
ইথাইল	13	0.910	38.5	1.430	72	1.933

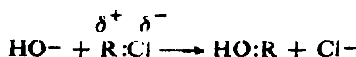
অ্যালকেন অপেক্ষা অ্যালকিল হ্যালাইড অনেক বেশী সক্রিয়; ইহার প্রধান কারণ

হ্যালোজেনের ইলেকট্রন আকর্ষণী শক্তি (electronegativity) কার্বনের চেয়ে অধিক (আইয়োডিন ও কার্বনের এই শক্তি সমান)। কাজেই বন্ধনের ইলেকট্রন দুইটি হ্যালোজেনের নিকটতর। ফলে কার্বনে ইলেকট্রনের কিছু ঘাটতি পড়ে (অর্থাৎ ইহা আংশিক পজিটিভ হয়) এবং হ্যালোজেনে কিছু বাড়তি হয় (ইহা আংশিক নিগেটিভ





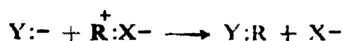
চার্জ বহন করে): $\overset{\delta^+}{R}\overset{\delta^-}{Cl}$ (যেমন হয় হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে, $\overset{\delta^+}{H}\overset{\delta^-}{Cl}$); ইহাদিগকে পোলার (polar) যৌগ বলে। অতিরিক্ত নিগেটিভ চার্জ হ্যালোজেনকে হ্যালাইড আয়ন রূপে বিচ্ছিন্ন হইতে সাহায্য করে। হ্যালাইড আয়ন, X^-, মৃদু ক্ষার (weak base); তীব্র ক্ষার যথা HO^- বা $C_2H_5O^-$ ইহাদিগকে অনায়াসে স্থানচ্যুত (প্রতিস্থাপিত) করে। যথা



$$HO- + \overset{\delta^+}{R}:\overset{\delta^-}{Cl} \longrightarrow HO:R + Cl-$$

অ্যালকোহল

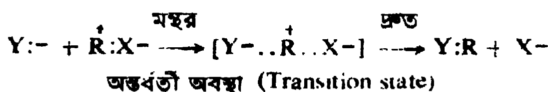
অ্যালকিল হ্যালাইডের প্রায় সকল বিক্রিয়া প্রতিস্থাপন-ঘটিত; একটি সাধারণ সমীকরণ দ্বারা ইহা ব্যক্ত করা চলে:



$$Y:- + \overset{+}{R}:X- \longrightarrow Y:R + X-$$

এই বিক্রিয়ার গতিপথ (mechanism) দুইরকম:

(i) এক ধাপে:



$$Y:- + \overset{+}{R}:X- \xrightarrow{\text{মন্থর}} [Y-..\overset{+}{R}..X-] \xrightarrow{\text{দ্রুত}} Y:R + X-$$

অন্তর্বর্তী অবস্থা (Transition state)

স্বাভাবিক বৈদ্যুতিক আকর্ষণে আক্রমণকারী $Y:^-$ ধীরে ধীরে কার্বোনিয়াম আয়নের, R^+, দিকে অগ্রসর হয়। $R-X$ বন্ধন ক্রমশঃ শিথিল হইতে থাকে। ইহাতে অতি অস্থায়ী অন্তর্বর্তী অবস্থার উদ্ভব হয়। অবশেষে X^- বন্ধনমুক্ত হইয়া নিষ্ক্রান্ত হয় এবং তৎসঙ্গে $Y:^-$ R^+-এর সহিত নূতন কোভ্যালেন্ট বন্ধনে আবদ্ধ হয়। বিক্রিয়ায় কাম্য যৌগ, R—Y, পাওয়া যায়। $Y:^-$ এবং $R-X$ উভয়ের প্রারম্ভিক পরিমাণের উপর এই বিক্রিয়ার গতিবেগ নির্ভর করে। দুই অণু ইহাতে সরাসরি অংশ গ্রহণ করে। এই জন্য ইহার নাম S_N2 বিক্রিয়া (substitution, nucleophilic, bimolecular). Y^- নিউক্লিয়াসের (অর্থাৎ R^+) দিকে ধাবিত হয় স্থিতিশীলতা লাভের জন্য (nucleophile মানে নিউক্লিয়াস-প্রেমিক)। প্রাইমারী অ্যালকিল হ্যালাইড সাধারণতঃ এই পথ অনুসরণ করে।

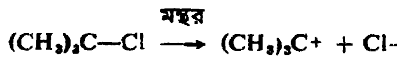
(ii) দুই ধাপে: অ্যালকিল হ্যালাইডের গঠন কোন কোন ক্ষেত্রে $R-X$ বন্ধনকে অতিরিক্ত দুর্বল করে; ইহাতে X^- এর নিষ্ক্রমণ সহজতর হয়। এই বন্ধন অল্পেই বিচ্ছিন্ন হয় বলিয়া মৃদু পরিবেশে বিক্রিয়া ঘটে। যেমন টারশিয়ারী বিউটাইল

ক্লোরাইডকে অ্যালকোহলে পরিণত করিতে কস্টিক পটাশ দরকার হয় না—জলই যথেষ্ট।



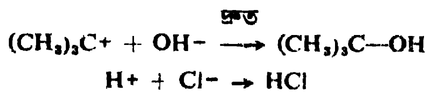
$$H-O-H \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

প্রথম ধাপ:



$$(CH_3)_3C-Cl \xrightarrow{\text{মন্থর}} (CH_3)_3C^+ + Cl^-$$

দ্বিতীয় ধাপ:

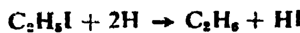


$$(CH_3)_3C^+ + OH^- \xrightarrow{\text{দ্রুত}} (CH_3)_3C-OH$$

$$H^+ + Cl^- \rightarrow HCl$$

এই বিক্রিয়ার গতিবেগ কেবল টারশিয়ারী হ্যালাইডের প্রারম্ভিক পরিমাণের উপর নির্ভরশীল। সুতরাং ইহাতে এক অণু অংশ গ্রহণ করে অর্থাৎ এই বিক্রিয়া এক অণুঘটিত (unimolecular); এই জন্য ইহার নাম S_N1. কার্বনিয়াম আয়নের, R^+, স্থিতিশীলতার ধারা: টারশিয়ারী > সেকেণ্ডারী > প্রাইমারী। প্রাইমারী হ্যালাইড এই কারণে S_N2 গতিপথে চলে। সেকেণ্ডারী অ্যালকিল হ্যালাইড S_N2 বা S_N1 যে কোন পথে (কিংবা একই সঙ্গে উভয় পথে) চলিতে পারে। আইয়োডিন পরমাণু বৃহদাকার বলিয়া ইহার বহির্বেষ্টনীর ইলেকট্রন কেন্দ্রস্থিত প্রোটনের আকর্ষণ হইতে (দূরত্ব হেতু) খানিকটা মুক্ত, ইলেকট্রন-আকর্ষণী ক্ষমতা কার্বনের সমান হইলেও $C-I$ বন্ধন সহজে বিয়োজনযোগ্য। তাই আইয়োডাইড আয়ন, I^-, দ্রুত প্রতিস্থাপিত হয়। পোলার দ্রাবকে (জল বা ইথাইল অ্যালকোহল) উভয় বিক্রিয়া সাধারণতঃ নন-পোলার দ্রাবক (যথা বেনজিন বা কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড) অপেক্ষা দ্রুততর গতিতে চলে। অ্যালকিল হ্যালাইডের বিক্রিয়ার এই মূল তত্ত্ব মনে রাখিলে সহজে তাহা অনুধাবন করা যায়।

ইথাইল আইয়োডাইডের বিক্রিয়া: (১) **অ্যালকেন গঠন:** জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে), হাইড্রোজেন গ্যাস ও র‍্যানি নিকেল কিংবা ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড, $LiAlH_4$, ইথাইল আইয়োডাইডকে ইথেনে বিজারিত করে।



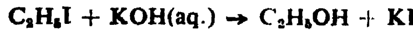
$$\underset{\text{ইথাইল আইয়োডাইড}}{C_2H_5I} + 2H \rightarrow \underset{\text{ইথেন}}{C_2H_6} + HI$$

ভুর্তজ বিক্রিয়ায় (Wurtz reaction) ইথার দ্রবণে ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম নরমাল বিউটেন গঠন করে।



$$\underset{\text{ইথাইল আইয়োডাইড}}{C_2H_5I} + 2Na + C_2H_5I \rightarrow \underset{\text{নরমাল বিউটেন}}{C_2H_5-C_2H_5} + 2NaI$$

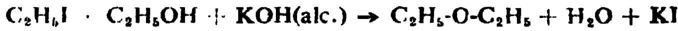
(২) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** কস্টিক পটাশের লঘু জলীয় দ্রবণ অথবা জলে প্রলম্বিত (suspended) সিলভার অক্সাইড কণিকাসহ ইথাইল আইয়োডাইড ফুটাইলে ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। শুধু ফুটন্ত জলে এই বিক্রিয়া অতি মন্থর।



$$C_2H_5I + KOH(aq.) \rightarrow C_2H_5OH + KI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল অ্যালকোহল

(৩) **ইথার গঠন:** (i) কস্টিক পটাশের লঘু অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ও ইথাইল আইয়োডাইড গরম করিলে ডাই-ইথাইল ইথার উৎপন্ন হয়। কস্টিক পটাশের গাঢ় অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ও ইথাইল আইয়োডাইড ফুটাইলে সামান্য ইথিলিন গ্যাস মিলে।



$$C_2H_5I + C_2H_5OH + KOH(alc.) \rightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2O + KI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল অ্যালকোহল ডাই-ইথাইল ইথার

(ii) ইথাইল অ্যালকোহল দ্রবণে ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড কাঁচ কূপীতে খাড়া কনডেনসারসহ ফুটাইলে (refluxing) যথেষ্ট ইথার পাওয়া যায় (উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ, Williamson synthesis). অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড এবং নির্জল সিলভার অক্সাইড উত্তাপে ডাই-ইথাইল ইথারে রূপান্তরিত হয়।



$$C_2H_5I + C_2H_5ONa \rightarrow C_2H_5\text{—}O\text{—}C_2H_5 + NaI$$

ইথাইল আইয়োডাইড সোডিয়াম ইথোক্সাইড ডাই-ইথাইল ইথার



$$2C_2H_5I + Ag_2O \rightarrow C_2H_5\text{—}O\text{—}C_2H_5 + 2AgI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ডাই-ইথাইল ইথার

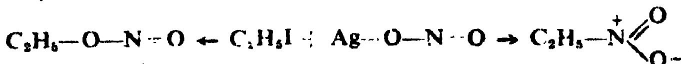
(৪) **নাইট্রাইল গঠন:** জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলে পটাশিয়াম সায়ানাইড ও ইথাইল আইয়োডাইড উত্তপ্ত করিলে ইথাইল সায়ানাইড বা প্রোপাইয়োনোনাইট্রাইল উৎপন্ন হয়। এই সঙ্গে সামান্য ইথাইল আইসোসায়ানাইড, C_2H_5NC, পাওয়া যায়।



$$C_2H_5I + KCN \rightarrow C_2H_5CN + KI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল সায়ানাইড

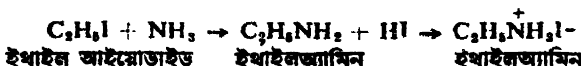
(৫) **নাইট্রোঅ্যালকেন গঠন:** ইথাইল আইয়োডাইড ও নির্জল সিলভার নাইট্রাইট কাঁচ কূপীতে খাড়া কনডেনসারসহ জলগাহে গরম করিলে প্রায় সমান পরিমাণ ইথাইল নাইট্রাইট, $C_2H_5\text{-}O\text{-}NO$, এবং নাইট্রোইথেন, $C_2H_5\text{-}NO_2$, উৎপন্ন হয়। ইহাদের স্ফুটনাংকের ব্যবধান যথেষ্ট; আংশিক পাতনে ইথাইল নাইট্রাইট (স্ফুটনাংক 17°) পাওয়া যায়।



$$C_2H_5\text{—}O\text{—}N{=}O \leftarrow C_2H_5I + Ag\text{—}O\text{—}N{=}O \rightarrow C_2H_5\text{—}\overset{+}{N}\begin{smallmatrix}{=}O\\ \text{—}O^-\end{smallmatrix}$$

ইথাইল নাইট্রাইট নাইট্রোইথেন

(৬) **অ্যামিন উৎপাদন:** ইথাইল আইয়োডাইড ও অতিরিক্ত অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে উত্তপ্ত করিলে প্রধানতঃ ইথাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। এই সঙ্গে কিছু ডাই- ও ট্রাই-ইথাইলঅ্যামিন পাওয়া যায়।



$$C_2H_5I + NH_3 \rightarrow C_2H_5NH_2 + HI \rightarrow C_2H_5\overset{+}{N}H_3I^-$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইলঅ্যামিন ইথাইলঅ্যামিন হাইড্রাইয়োডাইড

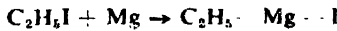
(৭) **জৈব এস্টার উৎপাদন :** অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড এবং ফ্যাটি অ্যাসিডের সিলভার লবণ কাঁচ কুপীতে খাড়া কনডেনসারসহ ফুটাইলে অ্যাসিডের ইথাইল এস্টার পাওয়া যায়।



$$C_2H_5I + CH_3COOAg \longrightarrow CH_3COOC_2H_5 + AgI$$

ইথাইল আইয়োডাইড সিলভার অ্যাসিটেট ইথাইল অ্যাসিটেট

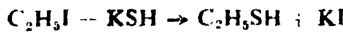
(৮) **গ্রিনার বিকারক (Grignard reagent) গঠন:** নির্মল ম্যাগনেশিয়াম পাতের টুকরা ও অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড অনার্দ্র অবস্থায় মৃদু উত্তাপে ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম আইয়োডাইডে (গ্রিনার বিকারক) রূপান্তরিত হয়। অতি অল্প জল থাকিলেও এই বিক্রিয়া ঘটে না। গ্রিনার বিকারকের সাহায্যে বহুবিধ জৈব সংশ্লেষণ করা চলে; পরীক্ষাগারে ইহার মূল্য যথেষ্ট।



$$C_2H_5I + Mg \rightarrow C_2H_5 - Mg - I$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম আইয়োডাইড

(৯) **মারকাপটান গঠন:** জলীয় অ্যালকোহল দ্রবণে পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফাইড ও ইথাইল আইয়োডাইড গরম করিলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফাইড বা মারকাপটান উৎপন্ন হয়।



$$C_2H_5I + KSH \rightarrow C_2H_5SH + KI$$

ইথাইল মারকাপটান

(১০) **হ্যালোজেন বদল:** ইথাইল ক্লোরাইড (অথবা ব্রোমাইড) এবং পটাশিয়াম আইয়োডাইড অ্যাসিটোন দ্রাবকে গরম করিলে ইথাইল আইয়োডাইড পাওয়া যায়। অ্যাসিটোনে পটাশিয়াম আইয়োডাইড দ্রবণীয় কিন্তু ক্লোরাইড ও ব্রোমাইড প্রায় অদ্রবণীয়। অ্যালকিল আইয়োডাইড এই ভাবে সহজে তৈয়ার করা যায়।



$$C_2H_5Cl + KI \rightarrow C_2H_5I + KCl$$

ইথাইল ক্লোরাইড ইথাইল আইয়োডাইড

অ্যালকিল হ্যালাইডের ব্যবহার: মিথাইল ক্লোরাইড বিন্দু বিন্দু দ্রুত ছিটাইলে দেহের যে কোন অংশ সাময়িক অবশ হয়; ছোটখাট অস্ত্রোপচারে ইহা কাজে লাগে। আগুন নিভাইতে এবং হিমায়ক (refrigerator) হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হয়। টেট্রামিথাইল-লেড, কৃত্রিম বিউটাইল রবার ও সিলিকোন (জল-বিতাড়ক) প্রস্তুত করিতে মিথাইল ক্লোরাইড প্রয়োজন হয়। মিথাইল ব্রোমাইড কীট-নাশক ও অগ্নি-নির্বাপক। জৈব যৌগের অণুতে মিথাইল ও ইথাইল গ্রুপ ঢুকাইতে মিথাইল ও ইথাইল আইয়োডাইড দরকার হয়। ইথাইল ক্লোরাইড হইতে টেট্রাইথাইল-লেড ও ইথাইলসেলুলোজ তৈয়ার হয়। ইথাইল ব্রোমাইড একটি ঔষধ।

মিথিলিন ক্লোরাইড, CH_2Cl_2.—শিল্পে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডকে ক্লোরোফরমে বিজারিত করিবার সময় মিথিলিন ক্লোরাইড উপজাত দ্রব্যরূপে পাওয়া যায়। অনুঘটকের

উপস্থিতিতে মিথাইল ক্লোরাইডের সহিত উপযুক্ত অনুপাতে ক্লোরিনের বিক্রিয়া দ্বারা শিল্পে মিথিলিন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{250^\circ\text{-}390^\circ} CH_2Cl_2 + HCl$$

মিথাইল ক্লোরাইড মিথিলিন ক্লোরাইড

মিথিলিন ক্লোরাইড বর্ণহীন, সুগন্ধি, অদাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 40°)। চা ও কফি হইতে ক্যাফেন নিষ্কাশন করিতে ইহা একটি দ্রাবক। হিমায়নেও (refrigeration) ইহার ব্যবহার আছে।

মিথিলিন আইয়োডাইড, CH_2I_2, আইয়োডোফরমকে সোডিয়াম আরসেনাইটের ক্ষারীয় দ্রবণ দ্বারা বিজারিত করিলে পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় মাত্রিক।

$$CHI_3 + 2H \rightarrow CH_2I_2 + HI$$

আইয়োডোফরম মিথিলিন আইয়োডাইড

মিথিলিন আইয়োডাইড অতিশয় ভারী তরল (স্ফুটনাংক 180°; আঃ গুঃ 3.29). ইহার সহিত বেনজিন (আঃ গুঃ 0.87) বিভিন্ন অনুপাতে মিশাইলে বিভিন্ন আপেক্ষিক গুরুত্বের তরল পাওয়া যায়। ভারী খনিজ দ্রব্য হইতে বর্জনীয় লঘু পদার্থ ভাসানো পদ্ধতিতে পৃথক করিতে ইহা আবশ্যক। জৈব সংশ্লেষণেও ইহা দরকার হয়।

ইথিলিন ক্লোরাইড, $CH_2Cl—CH_2Cl$ – ফেরিক ক্লোরাইড কিংবা অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ইথিলিনের সহিত ক্লোরিন সংযোজন করিয়া শিল্পে ইথিলিন ক্লোরাইড তৈয়ার হয়। ইহা বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 84°)। কৃত্রিম রবার (থাইয়োকল) ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। ইহা তৈল ও চর্বির দ্রাবক। 600° তাপাংকে ইথিলিন ক্লোরাইড ভিনাইল ক্লোরাইডে বিয়োজিত হয়। P.V.C. (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) প্লাস্টিক ভিনাইল ক্লোরাইড হইতে তৈয়ার হয়।

$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl{-}CH_2Cl$$

ইথিলিন ইথিলিন ক্লোরাইড

$$CH_2Cl—CH_2Cl \xrightarrow{600^\circ} CH_2{=}CHCl + HCl$$

ইথিলিন ক্লোরাইড ভিনাইল ক্লোরাইড

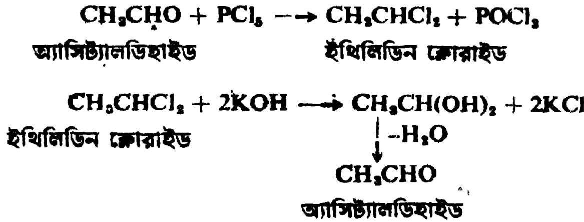
ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশ ইথিলিন ক্লোরাইডকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ইথিলিন গ্লাইকলে রূপান্তরিত করে।

$$CH_2Cl—CH_2Cl + 2KOH \rightarrow CH_2OH—CH_2OH + 2KCl$$

ইথিলিন ক্লোরাইড ইথিলিন গ্লাইকল

ইথিলিডিন ক্লোরাইড, $CH_3\text{-}CHCl_2$, এবং ইথিলিন ক্লোরাইড, $CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$, সমাবয়বী। শীতল অবস্থায় অ্যাসিট্যালডিহাইড ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের

বিক্রিয়ায় ইথিলিডিন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। অ্যাসিটিলিন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সংযোজনেও ইথিলিডিন ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 60°) পাওয়া যায়। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশ ইথিলিডিন ক্লোরাইডকে পুনরায় অ্যাসিট্যালডিহাইডে রূপান্তরিত করে। অতএব আর্দ্র-বিশ্লেষ দ্বারা ইথিলিন ক্লোরাইড ও ইথিলিডিন ক্লোরাইড শনাক্ত করা যায়।

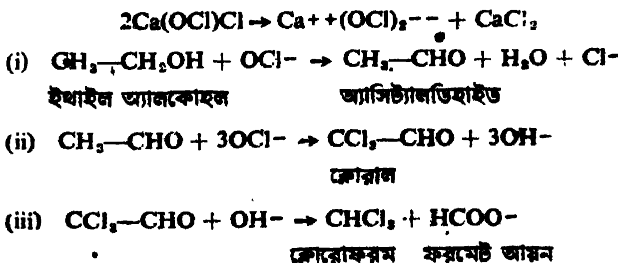


$$CH_3CHO + PCl_5 \longrightarrow CH_3CHCl_2 + POCl_3$$
অ্যাসিট্যালডিহাইড ইথিলিডিন ক্লোরাইড

$$CH_3CHCl_2 + 2KOH \longrightarrow CH_3CH(OH)_2 + 2KCl \xrightarrow{-H_2O} CH_3CHO$$
ইথিলিডিন ক্লোরাইড অ্যাসিট্যালডিহাইড

ইথিলিন ব্রোমাইড, CH_2Br-CH_2Br, জলাবৃত শীতল ব্রোমিনে ইথিলিন গ্যাস চালনা করিয়া শিল্পে তৈয়ার হয়। ইহা সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 132°); পেট্রলের সহিত মিশিয়া টেট্রাইথাইল-লেডের লেডকে লেড ব্রোমাইডরূপে অপসারিত করে।

ক্লোরোফরম, $CHCl_3$.—পরীক্ষাগারে জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল (বা অ্যাসিটোন) এবং ব্লিচিং পাউডার পাতন করিয়া ক্লোরোফরম তৈয়ার হয়। খাড়া কনডেনসার-যুক্ত কাঁচ কুপীতে ব্লিচিং পাউডার (100 g), অ্যাসিটোন (40 cc) ও জল (250 cc) কিছু ক্ষণ উত্তপ্ত করিয়া পাতন কর। পাতিত তরল দুই স্তরে বিভক্ত হয়; বিয়োজী ফানেলের সাহায্যে নিচের ক্লোরোফরম পৃথক করিয়া কস্টিক সোডার লঘু জলীয় দ্রবণ দ্বারা ধুইলে ইহা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও ক্লোরিন-মুক্ত হয়। অতঃপর জল দ্বারা ধুইলে কস্টিক সোডা অপসারিত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া ফুটন্ত জলগাহ হইতে পাতিত করিলে বিশুদ্ধ ক্লোরোফরম পাইবে। ইথাইল অ্যালকোহল তিন ধাপে ক্লোরোফরমে পরিণত হয়। ব্লিচিং পাউডারের হাইপোক্লোরাইট আয়ন ইহাকে প্রথম অ্যাসিট্যালডিহাইডে জারিত করে। অতঃপর সেই আয়ন মিথাইল হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিট্যালডিহাইড বা ক্লোরাল উৎপাদন করে। ক্যালশিয়াম হাইড্রক্সাইড ক্লোরালকে অবশেষে ক্লোরোফরমে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



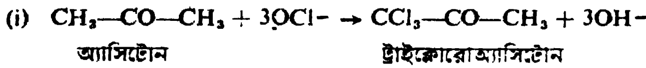
$$2Ca(OCl)Cl \rightarrow Ca^{++}(OCl)_2^{--} + CaCl_2$$

(i) $CH_3-CH_2OH + OCl^- \rightarrow CH_3-CHO + H_2O + Cl^-$
ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

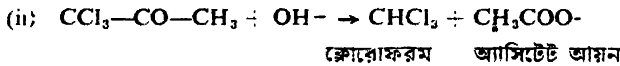
(ii) $CH_3-CHO + 3OCl^- \rightarrow CCl_3-CHO + 3OH^-$
ক্লোরাল

(iii) $CCl_3-CHO + OH^- \rightarrow CHCl_3 + HCOO^-$
ক্লোরোফরম ফরমেট আয়ন

অ্যাসিটোন হইতে ক্লোরোফরম পাওয়া যায় দুই ধাপে। হাইপোক্লোরাইট আয়ন ইহাকে প্রথমতঃ ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটোনে রূপান্তরিত করে। অতঃপর হাইড্রক্সিল আয়ন ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটোনকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ক্লোরোফরম উৎপাদন করে।



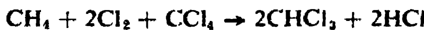
(i) $CH_3—CO—CH_3 + 3OCl^- \rightarrow CCl_3—CO—CH_3 + 3OH^-$
অ্যাসিটোন ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটোন



(ii) $CCl_3—CO—CH_3 + OH^- \rightarrow CHCl_3 + CH_3COO^-$
ক্লোরোফরম অ্যাসিটেট আয়ন

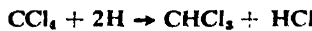
কোন যৌগে CH_3-CO-C (যথা পাইরুভিক অ্যাসিড) অথবা CH_3-CHOH- (যথা ল্যাকটিক অ্যাসিড) গ্রুপ থাকিলে তাহা এই ভাবে ক্লোরোফরম গঠন করে। ইহাকে হ্যালোফরম বিক্রিয়া বলা হয়; অনুরূপ ভাবে আইয়োডোফরমও পাওয়া যায়।

শিল্পে ক্লোরোফরম তৈয়ার হয় প্রধানতঃ (i) প্রাকৃতিক গ্যাসের মিথেন হইতে এবং কিছু পরিমাণ (ii) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড হইতে। $650°$-$775°$ তাপাংকে ক্লোরিন, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ও মিথেনের (1·75 : 2·60 : 1) মিশ্রণ সূক্ষ্ম অনুঘটক-চূর্ণের ভিতর দিয়া সজোরে সঞ্চালন করিলে মুখ্যতঃ ক্লোরোফরম উৎপন্ন হয়। কার্বন টেট্রাক্লোরাইড মিথেন হইতে পাওয়া যায়।



$$CH_4 + 2Cl_2 + CCl_4 \rightarrow 2CHCl_3 + 2HCl$$

কার্বন টেট্রাক্লোরাইডকে (মিথেন ও ক্লোরিন হইতে সরাসরি প্রস্তুত) লৌহ ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা বিজারিত করিলে ক্লোরোফরম পাওয়া যায়। মিশ্রণ 3-4 দিন $15°$ তাপাংকে ঝাঁকানো দরকার হয়। সামান্য মিথিলিন ক্লোরাইড উপজাত দ্রব্য।

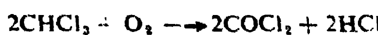


$$CCl_4 + 2H \rightarrow CHCl_3 + HCl$$

কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ক্লোরোফরম

ধর্ম: ক্লোরোফরম বর্ণহীন, অদাহ্য, ভারী তরল (স্ফুটনাংক $62°$, আঃ গুঃ 1.50), গন্ধ মৃদু ও সুমিষ্ট। ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু ইথার, অ্যালকোহল ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে সহজে দ্রবণীয়। নিশ্বাসের সহিত কিছু ক্ষণ বাষ্পীয় ক্লোরোফরম টানিলে মানুষ চেতনা হারায়; ইহা যকৃতের স্বাভাবিক ক্রিয়া ব্যাহত করে।

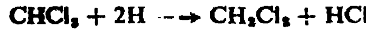
বিক্রিয়া: (১) **জারণ:** বায়ু ও আলোর সংস্পর্শে ক্লোরোফরম অতি ধীরে বিষাক্ত কার্বনিল ক্লোরাইড বা ফসজিনে জারিত হয়। ইথাইল অ্যালকোহল (1%) এই জারণ প্রতিরোধ করে।



$$2CHCl_3 + O_2 \longrightarrow 2COCl_2 + 2HCl$$

ক্লোরোফরম কার্বনিল ক্লোরাইড

(২) **বিজারণ:** জিংক ও অ্যালকোহলীয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে জায়মান হাইড্রোজেন ক্লোরোফরমকে মিথিলিন ক্লোরাইডে বিজারিত করে। কিন্তু জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল ও জিংক চূর্ণ ইহাকে মিথেনে পরিণত করে।



$$CHCl_3 + 2H \longrightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

ক্লোরোফরম মিথিলিন ক্লোরাইড



$$CHCl_3 + 6H \longrightarrow CH_4 + 3HCl$$

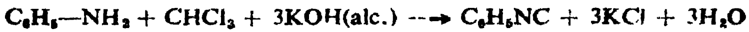
(৩) **আর্দ্র-বিশ্লেষ :** জলীয় কস্টিক সোডার ফুটন্ত দ্রবণ ক্লোরোফরমকে সোডিয়াম ফরমেটে রূপান্তরিত করে।



$$CHCl_3 + 4NaOH \longrightarrow HCOONa + 3NaCl + 2H_2O$$

ক্লোরোফরম সোডিয়াম ফরমেট

(৪) **কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া :** ক্লোরোফরম (1-2 ফোঁটা), অ্যানিলিন (1 ফোঁটা) ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ (5 ফোঁটা) টেস্ট-টিউবে লইয়া গরম করিলে বমন-উদ্রেককারী দুর্গন্ধযুক্ত ফিনাইল আইসোসায়ানাইড বা কার্বাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। যে কোন প্রাইমারী অ্যামিন, $R—NH_2$, যথা অ্যানিলিন, C_6H_5-NH_2, এই উপায়ে শনাক্ত করা যায়।



$$C_6H_5—NH_2 + CHCl_3 + 3KOH(alc.) \longrightarrow C_6H_5NC + 3KCl + 3H_2O$$

অ্যানিলিন ক্লোরোফরম ফিনাইল আইসোসায়ানাইড

(৫) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে শ্বাসরোধক, তরল নাইট্রোক্লোরোফরম বা ক্লোরোপিকরিনে রূপান্তরিত করে। অশান্ত জনতা ছত্রভঙ্গ করিতে ইহা বিশেষ কার্যকরী। চাষের জমি জীবাণুমুক্ত করিতে প্রচুর ক্লোরোপিকরিন প্রয়োজন হয়। শিল্পে ইহা নাইট্রোমিথেন ও ক্লোরিন হইতে প্রস্তুত হয়।

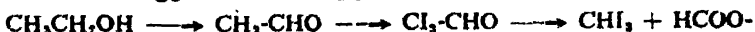


$$CHCl_3 + HNO_3 \rightarrow CCl_3NO_2 + H_2O$$

ক্লোরোপিকরিন

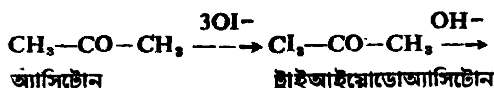
ব্যবহার : (i) তৈল, চর্বি, রজন, মোম, পেনিসিলিন প্রভৃতির দ্রাবক হিসাবে ক্লোরোফরমের শিল্পে ব্যবহার আছে। (ii) অস্ত্রোপচারে ইথার ও ক্লোরোফরম সংজ্ঞা-হারক। (iii) স্পিরিট ক্লোরোফরম প্রশান্তিদায়ক ঔষধ। (iv) হিমায়ক (refrigerator) ফ্রিয়ন, CF_2Cl_2, উৎপাদনে ইহার প্রধান প্রয়োগ।

আইয়োডোফরম, CHI_3.—ক্লোরোফরমের মত আইয়োডোফরমও ইথাইল অ্যালকোহল কিংবা অ্যাসিটোন হইতে তৈয়ার হয়। বীকারে ইথাইল অ্যালকোহল (20 cc) ও আইয়োডিনে (5 g) জলীয় কস্টিক সোডা (20 cc ; 10%) ধীরে ধীরে মিশাইলে আইয়োডোফরম উৎপন্ন হয়। কাঁচ দণ্ড দিয়া নাড়াও যত ক্ষণ না আইয়োডিনের রং অদৃশ্য হয়। বীকার 70° তাপাংকে জলগাহে গরম করিয়া ঠাণ্ডা কর, আইয়োডোফরমের হলুদ স্ফটিক পাইবে। পরিস্রুত জল দিয়া ধুইয়া শোধিত অ্যালকোহল হইতে পুনরায় কেলাসন করিলে বিশুদ্ধ আইয়োডোফরম পাইবে।



$$CH_3CH_2OH \xrightarrow{OI^-} CH_3\text{-}CHO \xrightarrow{3OI^-} CI_3\text{-}CHO \xrightarrow{OH^-} CHI_3 + HCOO^-$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড ট্রাইআইয়োডো-অ্যাসিট্যালডিহাইড আইয়োডোফরম ফরমেট আয়ন



$$CH_3-CO-CH_3 \xrightarrow{3OI^-} CI_3-CO-CH_3 \xrightarrow{OH^-}$$

অ্যাসিটোন ট্রাইআইয়োডোঅ্যাসিটোন



$$CHI_3 + CH_3COO^-$$

আইয়োডোফরম অ্যাসিটেট আয়ন

$CH_3-CO-C-$ অথবা $CH_3-CHOH-$ গ্রুপ যে যৌগে আছে তাহা আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় আইয়োডোফরম গঠন করে।

শিল্পে জলীয় ইথাইল অ্যালকোহল, পটাশিয়াম আইয়োডাইড ও সোডিয়াম কার্বনেটের মিশ্রণ 60°-70° তাপাংকে তড়িদ-বিশ্লেষ করা হয়। উৎপন্ন কস্টিক সোডা প্রশমিত করিতে দ্রবণের ভিতর দিয়া অবিরাম কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত করা হয়। বর্তমানে ইহার উৎপাদন সামান্য কারণ ব্যবহার অতি সীমিত।

ধর্ম: হালকা হলুদ বর্ণের আইয়োডোফরম স্ফটিক (গলনাংক 119°) জলে অদ্রবণীয় কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার ও ক্লোরোফরমে সহজে দ্রবণীয়। শুধু গন্ধ দ্বারা ইহাকে শনাক্ত করা সম্ভব। ক্ষতে জীবাণু-নাশক রূপে ইহার প্রয়োগ ছিল দীর্ঘ দিন ব্যাপী। ইদানিং গন্ধবিহীন, উৎকৃষ্টতর জীবাণু-বারক যথা আইয়োডল ইহাকে স্থানচ্যুত করিয়াছে। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডা আইডোয়োফরমকে সোডিয়াম ফরমেটে রূপান্তরিত করে। সিলভার কণিকা ও আইয়োডোফরম উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিটিলিন পাওয়া যায়।

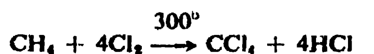


$$2CHI_3 + 6Ag \rightarrow CH\equiv CH + 6AgI$$

আইয়োডোফরম অ্যাসিটিলিন

কোন তরল মিশ্রণে সামান্য ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিটোন থাকিলে আইয়োডোফরম বিক্রিয়ায় তাহা ধরা পড়ে। মিশ্রণে আইয়োডিন দ্রবণ ও কস্টিক সোডা যোগ করিয়া জল-পাহে গরম করিলে হলুদ বর্ণের আইয়োডোফরম দেখা দেয়; ইহার গন্ধ সুপরিচিত।

কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, CCl_4.—দ্রাবক হিসাবে বিপুল বাণিজ্যিক চাহিদা মিটাইতে শিল্পে মিথেন-সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস ও ক্লোরিন 300° তাপাংকে অতি সূক্ষ্ম ফুলার্স আর্থ অনুঘটকের ভিতর দিয়া সজোরে চালনা করিয়া কার্বন টেট্রাক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



$$CH_4 + 4Cl_2 \xrightarrow{300^\circ} CCl_4 + 4HCl$$

মিথেন কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

অপর পদ্ধতিতে 30° তাপাংকে লৌহ কণা কিংবা ম্যাঙ্গানিজ ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে কার্বন ডাইসালফাইডের ভিতর অতিরিক্ত ক্লোরিন গ্যাস চালনা করা হয়: প্রথম ধাপে উৎপন্ন সালফার ক্লোরাইড দ্বিতীয় ধাপে আরও কার্বন ডাইসালফাইডকে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে রূপান্তরিত করে। আংশিক পাতনে বিশুদ্ধ কার্বন টেট্রাক্লোরাইড পাওয়া যায়। উপজাত সালফার কার্বন ডাইসালফাইড উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।



$$CS_2 + 3Cl_2 \xrightarrow{Fe} CCl_4 + S_2Cl_2 \qquad CS_2 + 2S_2Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 6S$$

পরীক্ষাগারে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড সচরাচর তৈয়ার হয় না ; ফুটন্ত ক্লোরোফরমে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করিয়া (যত ক্ষণ ইহার ওজন বাড়িতে থাকে) কার্বন টেট্রাক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।



$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$

ধর্ম: কার্বন টেট্রাক্লোরাইড অতি স্থিতিশীল, ভারী, অদাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 76°. আঃ গুঃ 1.63)। ইহা জলে দ্রবণীয় নয় কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়।

বিক্রিয়া: (১) ফুটন্ত জল কিংবা খনিজ অ্যাসিডে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড অবিকৃত থাকে। ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ইহাকে ধীরে ধীরে বিয়োজিত করে।



$$CCl_4 + 6KOH(alc.) \rightarrow 4KCl + K_2CO_3 + 3H_2O$$

(২) জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে জায়মান হাইড্রোজেন কার্বন টেট্রাক্লোরাইডকে ক্লোরোফরমে বিজারিত করে কিন্তু জল ও সোডিয়াম অ্যামালগাম ইহাকে মিথেনে পরিণত করে।



$$CCl_4 + 2H \longrightarrow CHCl_3 + HCl \qquad CCl_4 + 8H \longrightarrow CH_4 + 4HCl$$

(৩) অ্যালকোহলীয় সিলভার নাইট্রেট ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড মিশাইলে সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় না। কোভ্যালেন্ট বন্ধনে কার্বন ও ক্লোরিন যুক্ত বলিয়া দ্রবণে ক্লোরাইড আয়ন, Cl^-, অনুপস্থিত ; অতএব সিলভার নাইট্রেটও নিষ্ক্রিয়।

ব্যবহার: (i) চর্বি, তৈল, রবার, বিটুমেন, মোম প্রভৃতির অদাহ্য দ্রাবক হিসাবে কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের ব্যবহার ব্যাপক। (ii) ইহার অন্যতম প্রধান প্রয়োগ হিমায়ক ফ্রিয়ন, CCl_2F_2, গ্যাস উৎপাদনে। (iii) বিনা জলে কাপড় কাচিতে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড নিরাপদ দ্রাবক। (iv) পরীক্ষাগারে ছোটখাট আগুন নিভাইতে ইহা বিশেষ কার্যকরী।

প্রশ্নমালা

১। পরীক্ষাগারে কি ভাবে ক্লোরোফরম তৈয়ার করিবে ? ইহার প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর।

২। বিশুদ্ধ ইথাইল ব্রোমাইডের প্রস্তুত প্রণালী কি ? (i) জলীয় কস্টিক সোডা, (ii) অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া, (iii) সোডিয়াম ইথোক্সাইড এবং (iv) জায়মান হাইড্রোজেনের সহিত ইহার বিক্রিয়া বর্ণনা কর।

৩। ইথাইল আইয়োডাইড হইতে চারটি বিভিন্ন যৌগ প্রস্তুত করিবার উপায় সংক্ষেপে উল্লেখ কর।

৪। অ্যালকিল হ্যালাইড প্রস্তুতের সাধারণ প্রণালীগুলি বর্ণনা কর। অ্যালকিল

আইয়োডাইডকে (i) প্রাইমারী অ্যালকোহল, (ii) প্রাইমারী অ্যামিন, (iii) নাইট্রাইল, (iv) অ্যালকিন ও (v) ইথারে রূপান্তরিত করিবার উপায় কি?

৫। কোন জৈব যৌগে হ্যালোজেন আছে কিনা কি ভাবে জানিবে? যৌগটি অ্যালকিল হ্যালাইড হইলে কোন্ পরীক্ষায় ধরা পড়িবে?

৬। কোন যৌগে $C = 24.24\%$, $H = 4.04\%$ এবং $Cl = 71.72\%$; ইহার বাষ্প ঘনত্ব 49.5 হইলে আণবিক সংকেত কি? যৌগের একাধিক গঠন সম্ভব হইলে তাহাদের উল্লেখ কর। ইহাদিগকে কি উপায়ে শনাক্ত করিবে?

৭। 10 cc গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন পূর্ণ দহনের জন্য 45 cc অক্সিজেন আবশ্যক হইল। ব্রোমিন সংযোজনে উৎপন্ন যৌগের $Br = 79.2\%$. যৌগের আণবিক গঠন কি?

৮। অজ্ঞাত কোন তরল পদার্থ ক্লোরোফরম, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড অথবা অ্যাসিটিলিন টেট্রাক্লোরাইড হইতে পারে। ইহাকে শনাক্ত করিবে কি উপায়ে?

৯। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া, (ii) আইয়োডোফরম বিক্রিয়া।

১০। সমাবয়বী দুই যৌগের আণবিক ওজন 187.8 ; উভয়ের $C = 12.77\%$, $H = 2.13\%$ এবং $Br = 85.1\%$. ইহাদের আণবিক গঠন লিখ এবং প্রস্তুত প্রণালী সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

ষষ্ঠ অধ্যায়

অ্যালকোহল

অ্যালকেন অণুর, R-H, একটি হাইড্রোজেন পরমাণু হাইড্রক্সিল গ্রুপ, -OH, প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহল বা অ্যালকানল, R-OH, পাওয়া যায়। সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত এই সকল যৌগের সাধারণ আণবিক সংকেত $C_nH_{2n+1}OH$ অথবা সংক্ষেপে R-OH যাহার প্রথম সদস্য মিথাইল অ্যালকোহল, CH_3OH. অ্যালকিন ও অ্যালকাইন হইতে অনুরূপ ভাবে অসংপৃক্ত অ্যালকোহলের উৎপত্তি হয়; যথা অ্যালাইল অ্যালকোহল $CH_2{=}CH\text{-}CH_2OH$.

শ্রেণী বিভাগ: অ্যালকোহল অণুতে এক, দুই, তিন বা অধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ থাকিলে তাহাদিগকে যথাক্রমে মনো-, ডাই-, ট্রাই- বা পলি-হাইড্রিক অ্যালকোহল বলা হয়। যথা মিথাইল অ্যালকোহল, CH_3OH, মনোহাইড্রিক, ইথিলিন গ্লাইকল, $CH_2OH\text{-}CH_2OH$, ডাইহাইড্রিক, গ্লিসিরল, $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$, ট্রাইহাইড্রিক অ্যালকোহল। কিন্তু ডাই-, ট্রাই- কিংবা পলি-হাইড্রিক অ্যালকোহলের অণুতে একাধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত সংযুক্ত থাকিতে দেখা যায় না। এই সকল যৌগ অতি অস্থিতিশীল; এক বা দুই অণু জল অপনয়ন করিয়া ইহারা স্থিতিশীল যৌগে পরিণত হয়। যেমন $CH_3\text{-}CH(OH)_2 \rightarrow CH_3\text{-}CHO + H_2O$ অথবা $C(OH)_4 \rightarrow O{=}C{=}O + 2H_2O$. সংশ্লিষ্ট অ্যালকিল গ্রুপ অনুযায়ী অ্যালকোহল তিন শ্রেণীতে বিভক্ত; যথা প্রাইমারী অ্যালকোহল, ইথাইল অ্যালকোহল, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH$, সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল, আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$, এবং টারশিয়ারী অ্যালকোহল, টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল, $(CH_3)_3C\text{-}OH$. মিথাইল অ্যালকোহল, $CH_3\text{-}OH$, ব্যতিক্রম; প্রচলিত প্রথায় ইহা প্রাইমারী অ্যালকোহল হিসাবে গণ্য হয়।

হাইড্রক্সিল গ্রুপ অন্য কোন অ্যালিফ্যাটিক গ্রুপের সহিত যুক্ত থাকিলে তাহা অ্যালকোহলের পর্যায়ে পড়ে না; যেমন $CH_3\text{-}CH(NH_2)\text{-}OH$, অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যামোনিয়া, এবং $CH_3\text{-}CO\text{-}OH$, অ্যাসিটিক অ্যাসিড।

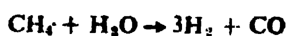
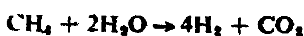
নামকরণ: অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহলের সাধারণ নাম তাহার অ্যালকিল গ্রুপের নামের সহিত 'অ্যালকোহল' যোগ করিলে পাওয়া যায়। যথা: $CH_3\text{-}OH$, মিথাইল অ্যালকোহল; $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3$, আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল; $(CH_3)_3C\text{-}OH$, টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল, ইত্যাদি। অ্যালকোহল অণুর কার্বন কাঠামো সরল শৃংখলের (অর্থাৎ শাখাহীন) হইলে ইহার নামের পূর্বে 'নরমাল' (সংক্ষেপে *n*-), এবং ইহা শাখাযুক্ত হইলে 'আইসো' যোগ করা হয়: *n*-বিউটাইল অ্যালকোহল, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$,

এবং আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল, $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$. লক্ষ্যণীয় ইহারা উভয়েই প্রাইমারী অ্যালকোহল। কিন্তু সমাবয়বী অ্যালকোহল সমূহের এই ভাবে নামকরণ করা কঠিন। IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকেনের নামের শেষ অংশ '-এন' '-আনল'-এ রূপান্তরিত করা হয়; কার্বন শৃংখলে শাখা এবং হাইড্রক্সিল গ্রুপের অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়; যেমন মিথানল, CH_3OH, ইথানল, C_2H_5OH, প্রোপান-1-অল, $CH_3-CH_2-CH_2OH$, প্রোপান-2-অল, $CH_3-CHOH-CH_3$, 2-মিথাইলপ্রোপান-1-অল, $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$, 2-মিথাইল-প্রোপান-2-অল, $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_3$, 2-মিথাইল-1-বিউটানল, $\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H(CH_3)-\overset{1}{C}H_2OH$, ইত্যাদি। তৃতীয় পদ্ধতিতে সমুদয় অ্যালকোহলকে মিথাইল অ্যালকোহল হইতে উৎপন্ন বলিয়া মনে করা হয় এবং মিথাইল অ্যালকোহলকে বলা হয় কার্বিনল। যথা: CH_3OH, কার্বিনল, $(CH_3)_2CHOH$, ডাইমিথাইল কার্বিনল; $CH_3-CH_2-C(CH_3)H-OH$, ইথাইল মিথাইল কার্বিনল, ইত্যাদি। টারশিয়ারী অ্যালকোহলের নামকরণে ইহা সুবিধাজনক। কার্যতঃ তিনটি নামকরণ পদ্ধতিই কম বেশী চালু রহিয়াছে।

মিথাইল অ্যালকোহল, মিথানল, উড স্পিরিট, CH_3OH, মুক্ত অবস্থায় প্রকৃতিতে অনুপস্থিত কিন্তু মিথাইল এস্টার ($R-COO-CH_3$) এবং মিথাইল ইথার ($R-O-CH_3$) অনেক উদ্ভিদে পাওয়া যায়।

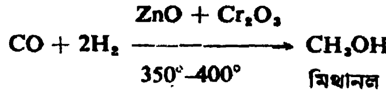
শিল্পোৎপাদন: পেট্রোলিয়াম প্রাচুর্যের প্রাক্কালে কেবল কাঠ হইতে মিথানল প্রস্তুত হইত (এই জন্য ইহার নাম উড স্পিরিট)। কিন্তু কাগজ, কৃত্রিম রেশম, সিনেমার ফিলম প্রভৃতির জন্য কাঠের চাহিদা অনেক বাড়িয়াছে এবং পৃথিবীর বন সম্পদ দ্রুত বর্ধমান জন সংখ্যার তুলনায় অপ্রচুর। এখন মিথানলের প্রধানতম উৎস প্রাকৃতিক গ্যাস।

(১) **সংশ্লেষণ গ্যাস হইতে।**—প্রাকৃতিক গ্যাস, স্টীম ও উৎপন্ন কার্বন ডাইঅক্সাইড ৪00° তাপাংকে নিকেল অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে সংশ্লেষণ গ্যাস ($CO + 2H_2$) পাওয়া যায়। এই মিশ্রণের অতিরিক্ত হাইড্রোজেন উৎপাদন বৃদ্ধি করে।


$$CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$$

$$CH_4 + 2H_2O \rightarrow 4H_2 + CO_2$$

$$CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$$

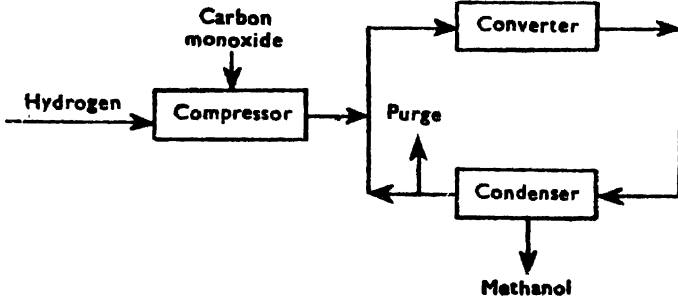
350°-400° তাপাংকে 200-300 গুণ বায়ুচাপে সংশ্লেষণ গ্যাস জিংক অক্সাইড ও ক্রোমিয়াম অক্সাইড অনুঘটকের উপর দিয়া চালিত করিলে কার্বন মনোক্সাইড মিথানলে বিজারিত হয়।



$$CO + 2H_2 \xrightarrow[350^\circ\text{-}400^\circ]{ZnO + Cr_2O_3} CH_3OH$$

মিথানল

প্রতি পরিক্রমায় (per pass) 20-25% সংশ্লেষণ গ্যাস মিথানলে পরিণত হয়। বিক্রিয়া তাপোদগারী (exothermic); ঠাণ্ডা করিয়া তাপাংক স্থির রাখিতে হয়।



20ক নং চিত্র। মিথানল উৎপাদন।

উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 60% এবং বিশুদ্ধতা 99%. বর্তমান পেট্রোলিয়াম সংকটে কাঠকয়লা এবং স্টীম হইতে উৎপন্ন ওয়াটার গ্যাস ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) প্রাকৃতিক গ্যাসের অভাব অনেকটা মিটাইতে পারে।

(২) **সরাসরি মিথেন হইতে:** প্রাকৃতিক গ্যাস ও বায়ু 32 গুণ বায়ুচাপে অনুঘটকের উপর দিয়া 450°-470° তাপাংকে সঞ্চালিত করিলে মিথেন মিথানলে জারিত হয়।



$$CH_4 + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3OH$$

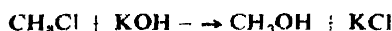
(৩) **কাঠ হইতে:** 450°-560° তাপাংকে বায়ুশূণ্য লৌহ পাত্রে টুকরা কাঠ প্রায় 30 ঘন্টা উত্তপ্ত করিলে (i) উড গ্যাস ($CH_4 + H_2$, 25%), (ii) পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড (প্রধানতঃ জল, অ্যাসিটিক অ্যাসিড, 8%, অ্যাসিটোন, 0·5% ও মিথানল, 2-6% : মোট পরিমাণ 45%), (iii) আলকাতরা (5%) এবং (iv) কাঠকয়লা (25%) পাওয়া যায়। ফুটন্ত কলিচুনে (calcium hydroxide) পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড মিশাইলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড অনুদ্বায়ী ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেটে পরিণত হয়। অ্যাসিটোন (স্ফুটনাংক 56°) ও মিথানল (স্ফুটনাংক (64·5°) বাষ্পাকারে নির্গত হয়। ইহাদের তরল মিশ্রণ পাথর-চুনের সহিত মিশাইয়া আংশিক পাতন করিলে মিথানল (1-2% অ্যাসিটোন-মিশ্রিত) পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 1%. প্রতি বছর সারা পৃথিবীতে যত মিথানল উৎপন্ন হয় তাহার অনধিক 10% উড স্পিরিট। যুক্তরাষ্ট্রে ইহার পরিমাণ মাত্র 2%.

ধর্ম: মিথাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন, দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 64.5°; আঃ গুঃ 0.814)। ইহার গন্ধ মনোরম কিন্তু স্বাদ জ্বালাদায়ক। ইহা জলাকর্ষী এবং জলের সহিত সকল

অনুপাতে মিশে। আংশিক পাতনে মিথাইল অ্যালকোহল ও জল পৃথক করা চলে (ইথাইল অ্যালকোহলের মত ইহা জলের সহিত স্থির-স্ফুটনাংকের-মিশ্রণ গঠন করে না) কিন্তু নির্জল ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা জলীয় মিথাইল অ্যালকোহল নির্জল করা যায় না যেহেতু ইহার স্ফটিকে মিথাইল অ্যালকোহল জলের মত সংযুক্ত হয়, যেমন $CaCl_2.4CH_3OH$. মিথাইল অ্যালকোহল বিষাক্ত ; মেথিলেটেড স্পিরিট অপেয় করিবার জন্য ইথাইল অ্যালকোহলের সহিত ইহা মিশানো হয়। ফিকে নীল ভুসাহীন শিখায় মিথাইল অ্যালকোহল বায়ুতে জ্বলিতে থাকে। বায়ু ও বাষ্পীয় মিথানল বিশেষ অনুপাতে অগ্নিসংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়া ইথাইল অ্যালকোহলের অনুরূপ।

ব্যবহার : (i) কৃত্রিম প্লাস্টিক যথা ব্যাকেলাইট (ফিনল-ফরম্যালডিহাইড), ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড প্রভৃতির বিপুল চাহিদা মিটাইতে মিথাইল অ্যালকোহলের অধিকাংশ ফরম্যালডিহাইডে রূপান্তরিত হয়। (ii) কৃত্রিম আঁশ টেরিলিনের জন্যও ইহা আবশ্যক। (iii) শীতপ্রধান দেশে মোটরযানের রেডিয়েটারে মিথাইল অ্যালকোহল থাকিলে জল জমিয়া বরফ হয় না। (iv) ইহা গালা, বার্ণিশ, বিবিধ রঙ প্রভৃতির দ্রাবক।

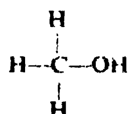
আণবিক গঠন : (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইহার আণবিক সংকেত CH_4O. (ii) সাধারণ তাপাংকে সোডিয়াম ইহা হইতে এক পরমাণু হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া সোডিয়াম মিথোক্সাইড, CH_3ONa, এবং হাইড্রোজেন উৎপাদন করে। (iii) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ও মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড, CH_3Cl, এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড পাওয়া যায়। অতএব মিথাইল অ্যালকোহলে একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ, $-OH$, আছে। মিথাইল ক্লোরাইড ও ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশ হইতে মিথাইল অ্যালকোহলের উৎপত্তি এই সিদ্ধান্তের অনুকূলে।



$$CH_3Cl + KOH \longrightarrow CH_3OH + KCl$$

মিথাইল ক্লোরাইড　　　মিথাইল অ্যালকোহল

কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় মিথাইল অ্যালকোহলের একটি মাত্র আণবিক গঠন সম্ভব :

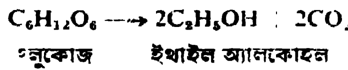


শনাক্তকরণ : (i) টেস্ট-টিউবে মিথাইল অ্যালকোহল (1 cc), স্যালিসাইলিক অ্যাসিড (0.5 g) ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (5-6 ফোঁটা) গরম করিলে মিথাইল স্যালিসিলেট (উইন্টারগ্রীন অয়েল) উৎপন্ন হয়। ইহা জলে মিশাইলে এস্টারের মনোরম গন্ধ পাওয়া যায়। অনুরূপ ইথাইল স্যালিসিলেটের গন্ধ মৃদুতর। (ii) পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড মিথাইল অ্যালকোহলকে উত্তপ্ত অবস্থায় ফরমিক অ্যাসিডে

জারিত করে। ইহা সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণ হইতে ধূসর বর্ণের সিলভার বিচ্ছিন্ন করে। (iii) আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত ইহার কোন বিক্রিয়া ঘটে না (ইথাইল অ্যালকোহল আইয়োডোফরম উৎপাদন করে)।

ইথাইল অ্যালকোহল, ইথানল, CH_3-CH_2-OH, অ্যাসিডের সহিত ইথাইল এস্টার-রূপে কোন কোন উদ্বায়ী তৈলে (essential oil) ও মিষ্ট-গন্ধ-যুক্ত ফলে আছে। বহুমূত্র রোগীর প্রস্রাবে সামান্য ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **গ্লুকোজ হইতে:** শ্বেতসার জাতীয় পদার্থ হইতে সন্ধান প্রক্রিয়ায় (fermentation) ইথাইল অ্যালকোহল উৎপাদন—বার্লি হইতে বিয়ার (মদ)—অতি প্রাচীন পদ্ধতি। মোট অ্যালকোহল উৎপাদনের প্রায় অর্ধেক সন্ধান প্রণালীতে তৈয়ার হয়। পরীক্ষাগারে গ্লুকোজের লঘু জলীয় দ্রবণে (500 cc; 10%) সাধারণ তাপাংকে চোলাই করিবার ঈস্ট (20 g) মিশাইয়া দিন দুই অপেক্ষা করিলে ইথাইল অ্যালকোহল পাইবে। মিশানোর কিছু কাল পর দ্রবণ গাঁজিয়া উঠে; কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস নির্গত হইতে থাকে। প্রচুর ফেনা দেখা দেয়। পরিস্রুত মিশ্রণ আংশিক পাতন করিলে শোধিত অ্যালকোহল (95%) পাওয়া যায়। ঈস্ট এককোষী উদ্ভিদ; ইহার জাইমেস (zymase) নামক এনজাইম (enzyme) গ্লুকোজকে কয়েক ধাপে ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে রূপান্তরিত করে।



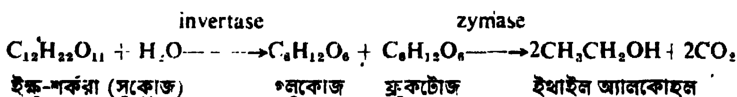
$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

গ্লুকোজ ইথাইল অ্যালকোহল

ঈস্ট, ছাতা (mould), ব্যাকটেরিয়া (bacteria) প্রভৃতির মাধ্যমে যে সকল রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে, তাহাকে সাধারণতঃ সন্ধান প্রক্রিয়া বলে। জীবদেহে খাদ্য এই ভাবে হজম হইয়া শক্তি জোগায়—অদ্রবণীয়, জটিল জৈব যৌগ দ্রবণীয়, বিশোষণযোগ্য, অপেক্ষাকৃত সরল গঠনে পরিণত হয়।

শিল্পোৎপাদন: (১) **চিটাগুড় হইতে:** কারখানায় ইক্ষুরস হইতে চিনি উৎপাদন কালে প্রচুর চিটাগুড় পাওয়া যায়। ইহাতে 35-45% শর্করা (সুক্রোজ, গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ) আছে। জলীয় লঘু দ্রবণে (10-15%) ওজনের 5% ঈস্ট মিশানো হয় (গাঢ়তর শর্করা দ্রবণে ঈস্ট নিস্তেজ হইয়া পড়ে)। ইহার পুষ্টির জন্য প্রয়োজনমত অ্যামোনিয়াম সালফেট ও ফসফেট মিশানো এবং লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা দ্রবণ আম্লিক (pH 4.5—5.0) রাখা আবশ্যক। দ্রবণে ডুবানো নলের ভিতর দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করিয়া তাপাংক 30°-র কাছাকাছি রাখা হয়। এই বিক্রিয়া তাপোদ্গারী; উচ্চতর তাপে ঈস্ট নষ্ট হয়। 48 ঘণ্টায় দ্রবণে 8-10% ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। ইহা 15%-এর অধিক হইলে এনজাইম নিষ্ক্রিয় হয়। মিশ্রণের ভিতর দিয়া বায়ু প্রবাহিত করিলে সন্ধান প্রক্রিয়ার বিরতি হয়। পরিস্রুত তরল আংশিক পাতন করিয়া শোধিত অ্যালকোহল (95%) বা রেক্টিফাইড স্পিরিট তৈয়ার হয়। বস্তুতঃ ইহাতে 4.4%

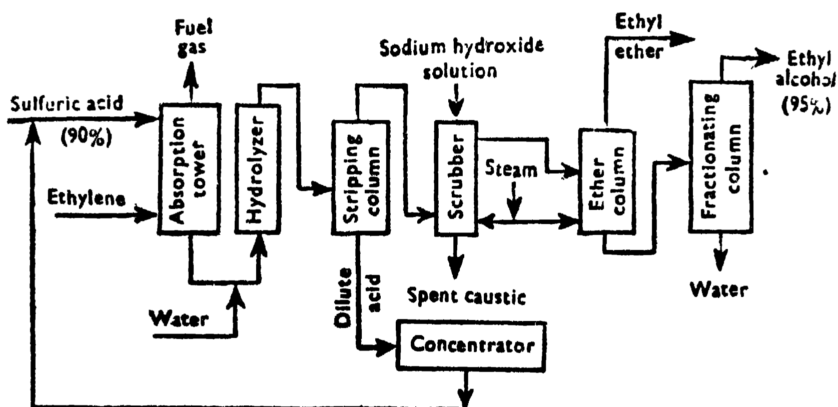
জল থাকে ; ইহার স্ফুটনাংক 78·15° নির্জল অ্যালকোহল আংশিক পাতনে পাওয়া সম্ভব নয়। 1 গ্যালন চিটাগুড় হইতে 0.4 গ্যালন শোধিত অ্যালকোহল (শর্করার 90%) পাওয়া যায়। চিটাগুড়ের ইক্ষু চিনিকে (সুক্রোজ) ঈস্টের অপর এনজাইম ইনভারটেস (invertase) সম পরিমাণ গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজে রূপান্তরিত করে (ঈস্টের জাইমেস সুক্রোজকে বিয়োজিত করিতে পারে না)। উপজাত কার্বন ডাইঅক্সাইড সোডা-ওয়াটার কিংবা শুষ্ক বরফ প্রস্তুত করিতে ব্যবহৃত হয়। ইহা মিথাইল অ্যালকোহল উৎপাদনেও আবশ্যক। অন্য উপজাত ফিউজেল অয়েল (fusel oil) হইতে আইসোঅ্যামাইল অ্যালকোহল নিষ্কাশিত হয়।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{invertase}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{zymase}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

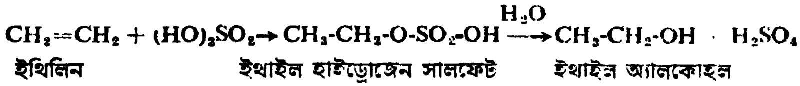
ইক্ষু-শর্করা (সুক্রোজ) গ্লুকোজ ফ্রুকটোজ ইথাইল অ্যালকোহল

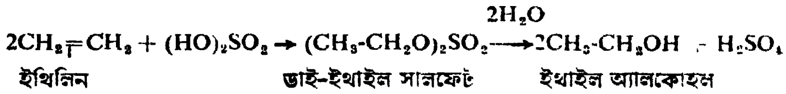
(২) **ইথিলিন হইতে :** পেট্রোলিয়াম শোধনাগারে প্রচুর ইথিলিন উৎপন্ন হয় ; প্রাকৃতিক গ্যাসের ইথেন ও প্রোপেনকেও প্রয়োজনমত ইথিলিনে রূপান্তরিত করা হয়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ইথিলিন হইতে ইথাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। 50°-80° তাপাংকে 10-15 গুণ বায়ুচাপে ইথিলিন সালফিউরিক অ্যাসিডে (90-95%) বিশোষিত করিলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। সমান বা দ্বিগুণ জল মিশাইয়া 70° তাপাংকে

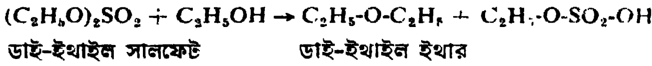


20শ নং চিত্র। ইথাইল অ্যালকোহল উৎপাদন।

দুই ঘণ্টা গরম করিলে আর্দ্র-বিশ্লেষের ফলে ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। আংশিক পাতন দ্বারা অ্যালকোহল উদ্ধার করা হয়। 4 পাউণ্ড ইথিলিন হইতে 1 গ্যালন শোধিত অ্যালকোহল পাওয়া যায়। এই পদ্ধতির প্রধান উপজাত দ্রব্য ডাই-ইথাইল ইথার।







300° তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ ইথিলিন ও জলীয় বাষ্প 65 গুণ বায়ুচাপে ফসফরিক অ্যাসিডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইথিলিনের দ্বিবন্ধে এক অণু জল সরাসরি যুক্ত হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহলের পরিমাণ 95-97%. কিছু অ্যাসিট্যালডিহাইড, CH_3-CHO, এবং ডাই-ইথাইল ইথার উপজাত দ্রব্য।


$$CH_2=CH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3\text{-}CH_2OH$$

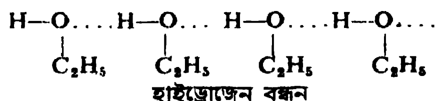
নির্জল অ্যালকোহল (absolute alcohol): সদ্য-প্রস্তুত পাথরচুন (quicklime) ও শোধিত অ্যালকোহল পাতন করিলে 0.3% জল-মিশ্রিত ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। ইহাই নির্জল অ্যালকোহল। শিল্পে শোধিত অ্যালকোহল ও সামান্য বেনজিন পাতন করা হয়; বেনজিন, অ্যালকোহল ও জলের স্থির-স্ফুটনাংকের-মিশ্রণ (স্ফুটনাংক 65°) প্রথমে বাষ্পাকারে চলিয়া যায়। তারপর যায় বেনজিন ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ (স্ফুটনাংক 68.25°) এবং সর্বশেষে বিশুদ্ধ, নির্জল অ্যালকোহল (100%). ইহার স্ফুটনাংক 78°.

মিথিলেটেড স্পিরিট: ইথাইল অ্যালকোহলের উপর সরকার আবকারি শুল্ক ধার্য করেন। শিল্পে ও বাণিজ্যে শোধিত ইথাইল অ্যালকোহল শুল্ক-মুক্ত মিথিলেটেড স্পিরিটরূপে সরবরাহ করা হয়। অ্যালকোহলের সহিত বিষাক্ত মিথাইল অ্যালকোহল (10%) এবং দুর্গন্ধযুক্ত পিরিডিন (0.5%) প্রভৃতি মিশাইয়া ইহা তৈয়ার হয়।

প্রুফ স্পিরিট: সরকার প্রুফ স্পিরিটের ভিত্তিতে আবকারি শুল্ক ধার্য করেন; সরকারের সংজ্ঞা অনুসারে ইহাতে 57.1% (আয়তনে) বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যালকোহল (বাকী অংশ জল) থাকা আবশ্যক; আপেক্ষিক গুরুত্ব 60°F তাপাংকে 0.91976 হওয়া চাই। এজন্য বিশেষ ধরনের প্রুফ-স্পিরিট-মাত্রাঙ্কিত হাইড্রোমিটার ব্যবহৃত হয় নমুনায় কম বা বেশী জল থাকিলে তাহা জানিতে। 10° ওভার-প্রুফের অর্থ নমুনার 100 cc-তে জল মিশাইলে 110 cc প্রুফ স্পিরিট পাওয়া যাইবে। পক্ষান্তরে 10° আণ্ডার-প্রুফ নমুনার 100 cc প্রকৃত পক্ষে 90 cc প্রুফ স্পিরিটের সমান।

ধর্ম: ইথাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন, উদ্বায়ী, সহজ-প্রবাহী তরল (স্ফুটনাংক 78°; আঃ গুঃ 0.789). সাধারণতঃ যৌগের স্ফুটনাংক মোটামুটি ইহার আণবিক ওজনের অনুপাতে কম বেশী হয়। আণবিক ওজনের (46) তুলনায় ইহার স্ফুটনাংক অত্যধিক; প্রোপেনের (আণবিক ওজন 44) স্ফুটনাংক মাত্র -44.5°. ইহার কারণ এক

অণু ইথাইল অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল হাইড্রোজেন অপর অণুর অক্সিজেনের সহিত এক ধরনের দুর্বল বন্ধন (হাইড্রোজেন বন্ধন) সৃষ্টি করে; ফলে কতিপয় অণু 'সংযোজিত' হইয়া বৃহদাকার অণুতে পরিণত হয়। এই সকল বন্ধন বিচ্ছিন্ন করিতে অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন; বিচ্ছিন্ন অণু বাষ্পাকারে উদ্বায়ী হয়। উচ্চ তাপ এই শক্তি যোগায়। মিথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাংকও এই কারণে অনেক বেশী।



হাইড্রোজেন বন্ধন

ইহার গন্ধ মৃদু এবং মিষ্ট, স্বাদ জ্বালাদায়ক। ইহা জলাকর্ষী এবং জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে। ইথাইল অ্যালকোহল প্রশমিত তরল। বায়ুতে নীলাভ ভূসাহীন শিখায় ইহা জ্বলে। অল্প মাত্রায় ইহা দেহের পক্ষে নির্দোষ উদ্দীপক। কিন্তু মদ্যপানের অভ্যাস ত্যাগ করা কঠিন।

ব্যবহার.—(i) লাক্ষা, রজন, গঁদ, রং প্রভৃতির দ্রাবকরূপে প্রচুর মিথিলেটেড স্পিরিট প্রয়োজন হয়। কৃত্রিম রেশম ও রঞ্জকদ্রব্য প্রস্তুত করিতে ইথাইল অ্যালকোহল অন্যতম প্রধান দ্রাবক। (ii) ইথার, ইথিলিন, ক্লোরাল, ক্লোরোফরম, অ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রভৃতি ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। (iii) মোটর গাড়ীর জ্বালানি হিসাবে পেট্রলের সহিত অ্যালকোহল মিশানো হয় যে দেশে খনিজ তৈলের অভাব। (iv) মদ, বিয়ার, ব্র্যাণ্ডি, হুইস্কি প্রভৃতি প্রিয় পানীয়। (v) নানা প্রকার সুগন্ধি দ্রব্যে ও ফলের সিরাপে ইথাইল এস্টার ব্যবহৃত হয়।

অত্যধিক গুরুত্বের জন্য ইথাইল অ্যালকোহলকে সংক্ষেপে শুধু অ্যালকোহল বলা হয়।

শনাক্তকরণ.—(i) লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ, ইথাইল অ্যালকোহল ও আইয়োডিন জলগাহে গরম করিলে আইয়োডোফরম উৎপন্ন হয়। (ii) আম্লিক পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে সামান্য উত্তাপে অ্যাসিট্যালডিহাইড গ্যাস বাহির হয়; ইহার গন্ধ ঝাঁঝালো। (iii) নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও ইথাইল অ্যালকোহল গরম করিলে ইথাইল অ্যাসিটেটের সুগন্ধ পাওয়া যায়।

আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও বাষ্প ঘনত্ব হইতে পাওয়া ইথাইল অ্যালকোহলের আণবিক সংকেত C_2H_6O. (ii) সাধারণ তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ইথাইল ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়; অতএব ইথাইল অ্যালকোহলে একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে। অ্যালকোহল হইতে সোডিয়াম এক পরমাণু হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন করিয়া সোডিয়াম ইথোক্সাইড, C_2H_5ONa, উৎপাদন করে। সুতরাং এই হাইড্রোজেন হাইড্রক্সিল গ্রুপের অংশ। (iii) ইথাইল ক্লোরাইড ও ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশের বিক্রিয়ায়, ইথাইল অ্যাল-

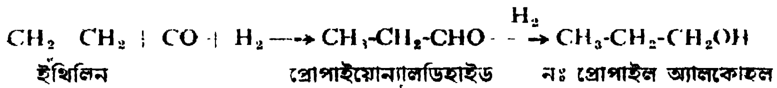
কোহল পাওয়া যায়। অতএব ইথাইল ক্লোরাইডের মত ইথাইল অ্যালকোহলেও কার্বন পরমাণু দুইটি সরাসরি যুক্ত। (iv) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় ইথাইল অ্যালকোহলের দুইটি আণবিক গঠন সম্ভব:



ইথাইল অ্যালকোহল

গঠন II গ্রহণযোগ্য নয় কারণ ইহাতে হাইড্রক্সিল গ্রুপ নাই। অধিকন্তু ইহা দ্বারা অ্যাসিট্যালডিহাইডের উৎপত্তি ব্যাখ্যা করা যায় না। অতএব ইথাইল অ্যালকোহলের আণবিক গঠন I.

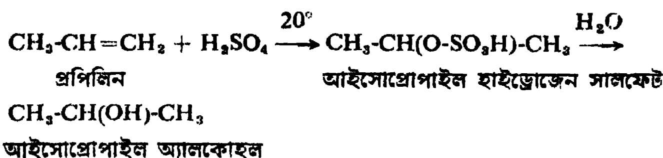
প্রোপাইল অ্যালকোহল, প্রোপানল, C_3H_7OH, বলিতে সমাবয়বী নরমাল ও আইসো উভয়কে বুঝায়। নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহলের উৎস প্রধানতঃ দুইটি; শর্করা শিল্পের উপজাত দ্রব্য ফিউজেল অয়েলে নরমাল অ্যালকোহল আছে। আংশিক পাতন করিয়া ইহা পাওয়া যায়। শিল্পে 180°-200° তাপাংকে 200 গুণ বায়ুচাপে কোবাল্ট অনুঘটকের উপস্থিতিতে ইথিলিন, কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন হইতে নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়।



$$CH_2{=}CH_2 + CO + H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO \xrightarrow{H_2} CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$$

নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন, সুগন্ধি, বিষাক্ত তরল (স্ফুটনাংক 97°)। জলের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। বাণিজ্যে ইহা রজন, গঁদ, প্লাস্টিক প্রভৃতির দ্রাবক। শীতপ্রধান দেশে মোটরযানের রেডিয়েটারে জলের সহিত ইহা মিশানো হয়। লোশন জাতীয় প্রসাধন দ্রব্য প্রস্তুত করিতেও ইহা আবশ্যক।

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, প্রোপান-2-অল, $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3$, শিল্পে ও বাণিজ্যে নরমাল অ্যালকোহল অপেক্ষা অনেক বেশী গুরুত্বপূর্ণ। পেট্রো-কেমিক্যাল কারখানায় প্রপিলিন হইতে ইহা প্রস্তুত হয়। খনিজ তৈলের ভারী অংশ গ্যাসোলিনে রূপান্তরিত করিবার সময় প্রচুর প্রপিলিন পাওয়া যায়। 20° তাপাংকে 85% সালফিউরিক অ্যাসিডে প্রপিলিন বিশোষণ করিলে আইসোপ্রোপাইল হাইড্রোজেন সালফেট উৎপন্ন হয়। এই অবস্থায় ইথিলিন বিশোষিত হয় না। 20% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ইহা হইতে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায় (ইথিলিন দেখ, পৃঃ ৫৮)। জলীয় অ্যালকোহল স্টীম পাতন করিয়া আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল (9% জলসহ) উদ্ধার করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 70%. এই সঙ্গে কিছু ডাইআইসোপ্রোপাইল ইথার, $(CH_3)_2CH\text{-}O\text{-}CH(CH_3)_2$, উৎপন্ন হয়।



$$CH_3\text{-}CH=CH_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{20^\circ} CH_3\text{-}CH(O\text{-}SO_3H)\text{-}CH_3 \xrightarrow{H_2O}$$

প্রপিলিন — আইসোপ্রোপাইল হাইড্রোজেন সালফেট

$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$$

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন, বিষাক্ত তরল (স্ফুটনাংক 82°); ইহা জল, ইথাইল অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত সকল অনুপাতে মিশে। ইহার সর্বপ্রধান প্রয়োগ দ্রাবক হিসাবে এবং অ্যাসিটোন উৎপাদনে। শীতপ্রধান দেশে মোটরযানের রেডিয়েটারে জলের সহিত ইহা মিশানো হয়। আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলে আইয়োডিন ও কস্টিক সোডা যোগ করিয়া ঈষৎ গরম করিলে আইয়োডোফরম উৎপন্ন হয় কিন্তু নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহল অবিকৃত থাকে। এই উপায়ে ইহাদিগকে চিহ্নিত করা যায়।

বিউটাইল অ্যালকোহল, বিউটানল, C_4H_9OH, সংখ্যায় চার; ইহারা সমাবয়বী।

(i) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$
নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল বা
বিউটান-1-অল (স্ফুটনাংক 118°)

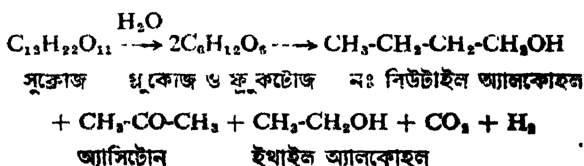
(ii) $CH_3\text{-}CH_2CH(OH)\text{-}CH_3$
সেকেণ্ডারী বিউটাইল অ্যালকোহল বা
বিউটান-2-অল (স্ফুটনাংক 99°)

(iii) $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2OH$
আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল বা
2-মিথাইলপ্রোপান-1-অল
(স্ফুটনাংক 108°)

(iv) $(CH_3)_2C(OH)CH_3$
টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল বা
2-মিথাইলপ্রোপান-2-অল
(স্ফুটনাংক 83°, গলনাংক 25°)

ইহাদের আণবিক গঠন হইতে বুঝিতে অসুবিধা নাই (i) এবং (iii) প্রাইমারী, (ii) সেকেণ্ডারী এবং (iv) টারশিয়ারী অ্যালকোহল। নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহলের দ্রাবক হিসাবে বাণিজ্যিক গুরুত্ব সর্বাধিক।

শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি: (i) শ্বেতসার জাতীয় পদার্থ হইতে সন্ধান প্রক্রিয়ায় এবং (ii) উপজাত প্রপিলিন হইতে সংশ্লেষণ দ্বারা। চিটাগুড়, গোল আলু, ভুট্টা প্রভৃতিকে সি. অ্যাসিটো-বিউটিলিকাস নামক জীবাণু (ভাইজম্যান আবিষ্কৃত) বায়ুর অনুপস্থিতিতে 37° তাপাংকে 48 ঘণ্টায় সন্ধান প্রক্রিয়ায় নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল (60%), অ্যাসিটোন (30%) এবং ইথাইল অ্যালকোহলে (10%) রূপান্তরিত করে। আংশিক পাতনে 96% নঃ বিউটানল ও 4% জলের মিশ্রণ পাওয়া যায়। চিটাগুড়ের লঘু (5% শর্করা) দ্রবণ জীবাণুমুক্ত হওয়া চাই। 1 গ্যালন চিটাগুড় হইতে 1·5 পাউণ্ড নঃ বিউটানল পাওয়া যায়।



$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{H_2O} 2C_6H_{12}O_6 \dashrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$$

সুক্রোজ — গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ — নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল

$$+ CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CH_3\text{-}CH_2OH + CO_2 + H_2$$

অ্যাসিটোন — ইথাইল অ্যালকোহল

কোবাল্ট অনুঘটকের উপস্থিতিতে চাপপিষ্ট প্রপিলিন, কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন উচ্চ তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে নরমাল বিউটাইর‍্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। ইহাকে বিজারিত করিলে নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। এই সঙ্গে সামান্য আইসোবিউটাইল অ্যালকোহলও মিলে।

$$CH_3\text{-}CH{=}CH_2 + CO + H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CHO \xrightarrow{2H}$$

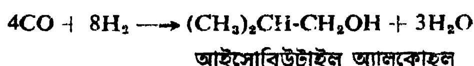
প্রপিলিন   নঃ বিউটাইর‍্যালডিহাইড

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$$

নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল

নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন তরল, জলে আংশিক দ্রবণীয়। ইহার গন্ধ ফিউজেল অয়েলের মত। নাইট্রোসেলুলোজ বার্ণিশের দ্রাবক হিসাবে নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল ও ইহার অ্যাসিটেটের বিপুল চাহিদা। ফলের সিরাপ সুগন্ধি করিতেও নঃ বিউটাইল অ্যাসিটেট ব্যবহৃত হয়।

আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল ফিউজেল অয়েলের উপাদান; নিকেল অনুঘটকের উপস্থিতিতে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন হইতে ইহা প্রস্তুত হয়।

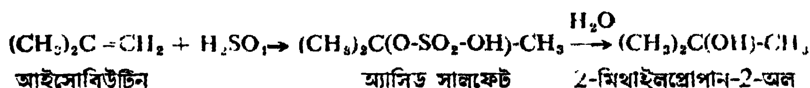


$$4CO + 8H_2 \longrightarrow (CH_3)_2CH\text{-}CH_2OH + 3H_2O$$

আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল

ইহাও নাইট্রোসেলুলোজ বার্ণিশের দ্রাবক। **বিউটান-2-অল** খনিজ তৈলের শোধনাগারের 2-বিউটিন, $CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_3$, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে (75%) বিশোষণ করিয়া পরে উৎপন্ন এস্টার যথারীতি আর্দ্র-বিশ্লেষ দ্বারা প্রস্তুত হয়। ইহার গন্ধ মনোরম; ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয়। লাক্ষা, সেলুলোজ এস্টার প্রভৃতির দ্রাবকরূপে ইহা ব্যবহৃত হয়। বিউটান-2-অল জারিত করিয়া গুরুত্বপূর্ণ বাণিজ্যিক দ্রাবক মিথাইল ইথাইল কিটোন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}CH_3$, (M.E.K.) প্রস্তুত হয়। বিউটান-2-অলের একটি কার্বন চারটি বিভিন্ন গ্রুপের সহিত সংযুক্ত, যথা $CH_3\text{-}CH_2$, H, OH এবং CH_3. ইহা অপ্রতিসম (asymmetric) বলিয়া আলোক-সক্রিয় (১১শ অধ্যায়ে ল্যাকটিক অ্যাসিড দেখ)।

টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহলের বাণিজ্যিক ব্যবহার সামান্য। খনিজ তৈলের শোধনাগারে উৎপন্ন আইসোবিউটিন, $(CH_3)_2C{=}CH_2$, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে বিশোষিত করিয়া পরে যথারীতি আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ইহা পাওয়া যায়। ইহার আকার কঠিন, গন্ধ কর্পূরের মত এবং দ্রাবকরূপে ব্যবহার সীমিত।



$$(CH_3)_2C{=}CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow (CH_3)_2C(O\text{-}SO_2\text{-}OH)\text{-}CH_3 \xrightarrow{H_2O} (CH_3)_2C(OH)\text{-}CH_3$$

আইসোবিউটিন   অ্যাসিড সালফেট   2-মিথাইলপ্রোপান-2-অল

প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যালকোহলের পার্থক্য: গুণগত বৈষম্যের

ভিত্তিতে একাধিক উপায়ে ইহাদিগকে চিহ্নিত করা চলে। (i) **জারণ দ্বারা:** আম্লিক জারক যথা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড প্রাইমারী অ্যালকোহলকে, $R\text{-}CH_2OH$, প্রথমে অ্যালডিহাইডে, $R\text{-}CHO$, এবং পরে অ্যাসিডে, $R\text{-}COOH$, রূপান্তরিত করে। উভয় উৎপন্ন যৌগের অণুতে অ্যালকোহলের সমান সংখ্যক কার্বন পরমাণু থাকে। অর্থাৎ প্রাইমারী অ্যালকোহলের কার্বন-কাঠামো জারণে অটুট থাকে।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH \xrightarrow{O} CH_3\text{-}CHO \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল প্রথম কিটোনে এবং পরে অ্যাসিডে জারিত হয়। কিটোনে অ্যালকোহলের কার্বন সংখ্যা একই থাকে কিন্তু জারণে কিটোনের কার্বনিল গ্রুপ, -CO-, সংলগ্ন একটি অ্যালকিল গ্রুপ বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে বলিয়া উৎপন্ন অ্যাসিডে কার্বন সংখ্যা হ্রাস পায়।



$$CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3 \xrightarrow{O} CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

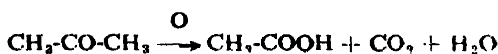
আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন অ্যাসিটিক অ্যাসিড

জারণের সময় টারশিয়ারী অ্যালকোহলের কার্বনিল-গ্রুপ-সংলগ্ন তিনটি অ্যালকিল গ্রুপের দুইটি দুই ধাপে বিচ্ছিন্ন হয়, উৎপন্ন অ্যাসিডে মাত্র একটি অ্যালকিল গ্রুপ অবশিষ্ট থাকে। কাজেই সমাবয়বী সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল হইতে পাওয়া অ্যাসিড অপেক্ষা এই অ্যাসিডের কার্বন সংখ্যা আরও কম।



$$(CH_3)_3C\text{-}OH \xrightarrow{O} CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CO_2 + 2H_2O$$

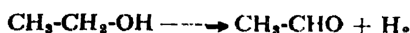
টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন



$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

অ্যাসিটোন অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(ii) **বাষ্পাকারে 250°-300° তাপাংকে কপার কণার উপর দিয়া চালিত করিলে:** প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে দুই পরমাণু হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন হইয়া অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH \longrightarrow CH_3\text{-}CHO + H_2$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল হইতেও দুই পরমাণু হাইড্রোজেন অপসারিত হয় কিন্তু পাওয়া যায় কিটোন।



$$CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2$$

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন

টারশিয়ারী অ্যালকোহল এক অণু জল বর্জন করিয়া অ্যালকিনে পরিণত হয়।

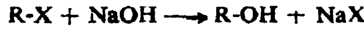


$$(CH_3)_3C\text{-}OH \longrightarrow (CH_3)_2C{=}CH_2 + H_2O$$

টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল আইসোবিউটিন

(iii) **লুকাস পদ্ধতি (Lucas test):** জিংক ক্লোরাইড, গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও অ্যালকোহল ঝাঁকাইলে টারশিয়ারী অ্যালকোহল অবিলম্বে অ্যালকিল ক্লোরাইডে পরিণত হয়; মিশ্রণ ঘোলাটে দেখায়। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে ইহা ঘটে পাঁচ মিনিটের মধ্যে কিন্তু প্রাইমারী অ্যালকোহল (হেক্সাইল অ্যালকোহলের অধস্তন) অবিকৃত থাকে।

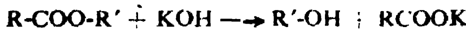
সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী : (১) অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে : কাস্টক সোডা বা পটাশের ফুটন্ত জলীয় দ্রবণ অ্যালকিল হ্যালাইডকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া অনুরূপ অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করে।



$$R\text{-}X + NaOH \longrightarrow R\text{-}OH + NaX$$

অ্যালকিল হ্যালাইড অ্যালকোহল

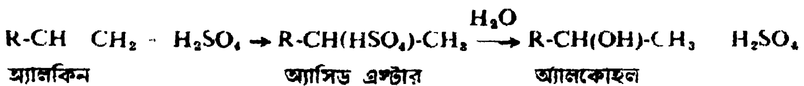
(২) **এস্টার হইতে :** অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের উভয়মুখী বিক্রিয়ায় এস্টার ও জল উৎপন্ন হয়। তাই এস্টার আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে অ্যালকোহল ও অ্যাসিড পাওয়া যায়। সাধারণতঃ জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলে ফুটন্ত কস্টিক পটাশ এজন্য ব্যবহৃত হয়। অ্যাসিড অনুযায়ী পটাশিয়াম লবণরূপে জলে দ্রবীভূত থাকে; পাতন দ্বারা উৎপন্ন অ্যালকোহল পৃথক করা চলে। তৈল ও চর্বি হইতে এই পদ্ধতিতে সাবান তৈয়ার হয়; সেই জন্য ইহাকে স্যাপনিফিকেশন (saponification) বলে।



$$R\text{-}COO\text{-}R' + KOH \longrightarrow R'\text{-}OH + RCOOK$$

এস্টার অ্যালকোহল অ্যাসিডের পটাশিয়াম লবণ

(৩) **অ্যালকিন হইতে :** উপযুক্ত তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে (80-85%) অ্যালকিন বিশোষণ করিলে অনুরূপ অ্যাসিড এস্টার উৎপন্ন হয়। ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষ দ্বারা অ্যালকোহল পাওয়া যায়। অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের উপজাত দ্রব্য।



$$R\text{-}CH{=}CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow R\text{-}CH(HSO_4)\text{-}CH_3 \xrightarrow{H_2O} R\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3 + H_2SO_4$$

অ্যালকিন অ্যাসিড এস্টার অ্যালকোহল

(৪) **অ্যালডিহাইড ও কিটোন হইতে :** প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল জারিত হইয়া যথাক্রমে অ্যালডিহাইড ও কিটোনে পরিণত হয়। অতএব উপযুক্ত বিজারক ইহাদিগকে পুনরায় প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করে। সাধারণ তাপমাত্রায় র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন, সোডিয়াম-পারদ সংকর (sodium amalgam) ও জল, অথবা ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড কার্যকরী বিজারক। $LiAlH_4$ কার্বক্সিলিক অ্যাসিড এবং ইহার এস্টারকেও প্রাইমারী অ্যালকোহলে বিজারিত করে।



অ্যালডিহাইড প্রাইমারী অ্যালকোহল

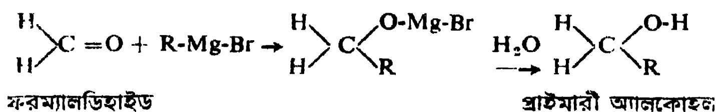


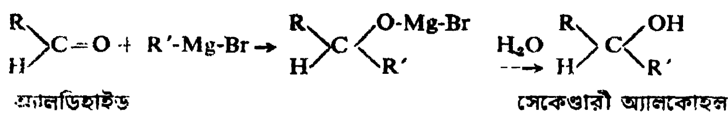
কিটোন সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল

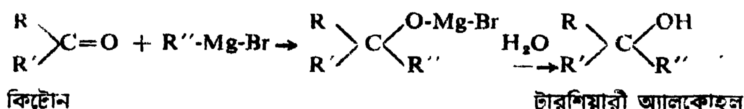


অ্যাসিড প্রাইমারী অ্যালকোহল

(৫) **গ্রিনার বিকারক হইতে:** অ্যালকিল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড (গ্রিনার বিকারক) অ্যালডিহাইড অথবা কিটোনের সহিত সংযোজন যৌগ গঠন করে; ইহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যালকোহল পাওয়া যায়। অ্যালডিহাইড (ফরম্যালডিহাইড ছাড়া) হইতে সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল, এবং কিটোন হইতে টারশিয়ারী অ্যালকোহল মিলে।

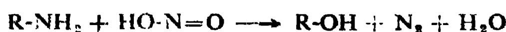






কিটোন টারশিয়ারী অ্যালকোহল

(৬) **প্রাইমারী অ্যামিন হইতে:** সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড ($NaNO_2$ + HCl) প্রাইমারী অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনকে প্রাইমারী অ্যালকোহলে বিয়োজিত করে। মিথাইলঅ্যামিন ইহার ব্যতিক্রম।

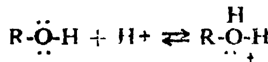


প্রাইমারী অ্যামিন প্রাইমারী অ্যালকোহল

সাধারণ ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে সমগণীয় পর্যায়ের অধস্তন অ্যালকোহলসমূহ বর্ণহীন, উদ্বায়ী তরল; ঊর্ধ্বতন অ্যালকোহল সহজ-প্রবাহী তরল কিংবা মোমের মত কঠিন। ইহাদের সংস্পর্শে লিটমাসের রং বদলায় না। সকল অ্যালকোহল জল অপেক্ষা লঘুতর (ইহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0.792-0.829). মিথাইল, ইথাইল ও প্রোপাইল অ্যালকোহল জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে; আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে জলে দ্রবণীয়তা দ্রুত হ্রাস পায়। অ্যামাইল অ্যালকোহল, $C_5H_{11}OH$, জলে অদ্রবণীয়। নিম্নতর অ্যালকোহলের গন্ধ মৃদু ও মিষ্ট কিন্তু স্বাদ ঝাঁঝালো; মধ্যবর্তীদের গন্ধ অপ্রীতিকর এবং উচ্চতর অ্যালকোহল গন্ধহীন।

তাত্ত্বিক ধারণায় অ্যালকেন, R-H, এবং জলের, H-O-H, একটি হাইড্রোজেন

পরমাণু যথাক্রমে হাইড্রক্সিল, -OH, এবং অ্যালকিল গ্রুপ, R-, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হওয়ায় অ্যালকোহলের, R-OH, উৎপত্তি। তাই উভয়ের বৈশিষ্ট্য কম বেশী অ্যালকোহলে প্রতিফলিত। R-এর আয়তন যত বাড়ে, অ্যালকোহলের ধর্ম তত বেশী অ্যালকেনের অনুরূপ হয়; যেমন জলে দ্রবণীয়তা হ্রাস পাইতে থাকে, আকার মোমের মত হয়। হাইড্রক্সিল গ্রুপের সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সাধারণতঃ ইহাদের জলে দ্রবণীয়তাও বৃদ্ধি পায়। জলের মত অ্যালকোহলও উভয়-ধর্মী; অবস্থা অনুযায়ী ইহা অম্ল বা ক্ষারের ভূমিকা গ্রহণ করে। যথা



অ্যালকোহল প্রোটন অক্সোনিয়াম আয়ন (অম্ল)



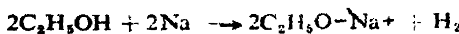
অ্যালকোহল অ্যালকোক্সাইড আয়ন (ক্ষার)

হাইড্রোজেনের (2·1) তুলনায় অক্সিজেনের (3·5) ইলেকট্রনগ্রাহিতা (electronegativity) অধিক বলিয়া O-H বন্ধনের ইলেকট্রন দুইটি অক্সিজেনের নিকটতর। ফলে অ্যালকোহল



অ্যালকিল হ্যালাইডের মত পোলার অণু, RO H; O-H বন্ধনের শিথিলতার জন্য হাইড্রোজেনের প্রোটন, H^+, হিসাবে বিচ্ছিন্ন হইবার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। C-O বন্ধন (81 kcal/mole) C-H বন্ধনের (99 kcal/mole) চেয়ে দুর্বলতর; অ্যালকেন অপেক্ষা অ্যালকোহল এই জন্য বেশী সক্রিয়। কারণ ইহা ভাঙ্গিতে অপেক্ষাকৃত অল্প শক্তির প্রয়োজন।

সাধারণ বিক্রিয়া: (১) **সোডিয়াম, পটাশিয়াম প্রভৃতির সহিত:** সাধারণ তাপাংকে সোডিয়াম, লিথিয়াম, পটাশিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতু অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে; সোডিয়াম এবং পটাশিয়াম অ্যালকোক্সাইড উৎপন্ন হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস বাহির হয়। ইহাদের সক্রিয়তার ধারা: প্রাইমারী > সেকেণ্ডারী > টারশিয়ারী। সোডিয়াম ও অ্যালকোহল পরীক্ষাগারে বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়। অ্যালকোক্সাইড স্ফটিকাকার, জলাকর্ষী, সাদা ও কঠিন; জলে ইহারা সহজে বিয়োজিত হয়।



$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5O^-Na^+ + H_2$$

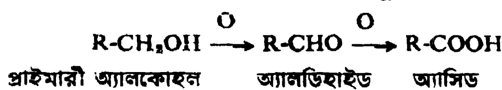
ইথাইল অ্যালকোহল সোডিয়াম ইথোক্সাইড

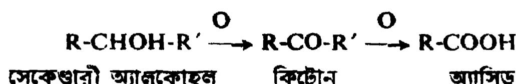


$$C_2H_5ONa + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH + NaOH$$

(২) **জারণ:** মৃদু জারক যথা ঈষৎ গরম পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও জলীয় সালফিউরিক অ্যাসিড প্রাইমারী অ্যালকোহলকে অ্যালডিহাইডে এবং সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলকে কিটোনে জারিত করে; টারশিয়ারী অ্যালকোহল অবিকৃত থাকে। তীব্র,

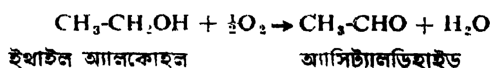
জারক যথা আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট বা ফুটন্ত ক্রোমিক অ্যাসিড অ্যালকোহলকে সরাসরি অ্যাসিডে পরিণত করে। মৃদু জারকও প্রথম ধাপে উৎপন্ন অ্যালডিহাইডকে পুনরায় জারিত করিয়া অ্যাসিড উৎপাদন করিতে পারে। প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে উৎপন্ন অ্যাসিডে সমসংখ্যক কার্বন পরমাণু থাকে; সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল-উদ্ভূত অ্যাসিডের কার্বন পরমাণু সংখ্যা স্বল্পতর এবং টারশিয়ারী অ্যালকোহল জারিত হয় কিটোন এবং অ্যাসিডে ; উভয়েরই কার্বন পরমাণু সংখ্যা স্বল্পতর।





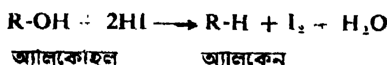


শিল্পে জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলের বাষ্প এবং বায়ুর মিশ্রণ 375 -550 তাপাংকে সিলভার জালির উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। অ্যালকোহলের জারণ ও বিজারণ (হাইড্রোজেন অপসারণ) এক সঙ্গে চলে।





(৩) **বিজারণ:** অ্যালকোহলকে বিজারিত করা কঠিন কাজ। গাঢ় হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ও লাল ফসফরাস অ্যালকোহলকে চাপপিষ্ট, উত্তপ্ত অবস্থায় অ্যালকেনে বিজারিত করে।



(৪) **এস্টার গঠন:** জৈব কিংবা অজৈব অ্যাসিডের সহিত অ্যালকোহল গরম করিলে এস্টার ও জল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া উভমুখী, তীব্র অ্যাসিড অর্থাৎ প্রোটন, H^+, অনুঘটক হিসাবে ইহা যথেষ্ট ত্বরান্বিত করে। উপযুক্ত ব্যবস্থা দ্বারা (যথা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিয়া) উৎপন্ন জল সঙ্গে সঙ্গে বিশোষণ কিংবা পাতন দ্বারা ইহা অপসারিত করিলে বিক্রিয়ার পরিসমাপ্তি ঘটে এবং এস্টারের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। অ্যালকোহলের সক্রিয়তার ধারা: প্রাইমারী > সেকেণ্ডারী > টারশিয়ারী। অ্যাসিড ক্লোরাইড, $RCOCl$, কিংবা অ্যানহাইড্রাইড, $(R\text{-}CO)_2O$, এবং অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায়ও এস্টার উৎপন্ন হয়।



ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইথাইল অ্যাসিটেট



$$C_2H_5OH + CH_3COCl \longrightarrow CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + HCl$$

অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড　　ইথাইল অ্যাসিটেট



$$C_2H_5OH + (CH_3CO)_2O \rightarrow CH_3COO\text{-}C_2H_5 + CH_3COOH$$

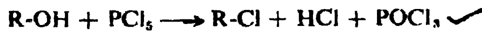
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড　　ইথাইল অ্যাসিটেট　　অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৫) **হাইড্রক্সিল গ্রুপ প্রতিস্থাপন:** সাধারণ তাপাংকে ফসফরাস ট্রাই- কিংবা পেন্টা-ক্লোরাইড অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যালকিল ক্লোরাইড উৎপাদন করে। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বাহির হয়। ইহা হইতে কোন যৌগে হাইড্রক্সিল গ্রুপের উপস্থিতি জানা সম্ভব। ফসফরাস ট্রাই- ও পেন্টা-ব্রোমাইডের বিক্রিয়া অনুরূপ। ফসফরাস ট্রাইআইয়োডাইড অস্থিতিশীল; লাল ফসফরাস, আইয়োডিন ও অ্যালকোহল একত্র গরম করিলে সদ্য-উৎপন্ন PI_3 ও উপস্থিত অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় যথারীতি অ্যালকিল আইয়োডাইড পাওয়া যায়।



$$3ROH + PCl_3 \longrightarrow 3R\text{-}Cl + H_3PO_3$$

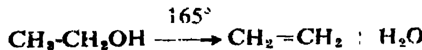
অ্যালকোহল　　অ্যালকিল ক্লোরাইড



$$R\text{-}OH + PCl_5 \longrightarrow R\text{-}Cl + HCl + POCl_3$$

অ্যালকোহল　　অ্যালকিল ক্লোরাইড

(৬) **নিরুদন** (dehydration): অ্যালকোহল হইতে দুই রকমে জল বিচ্ছিন্ন হইতে পারে: (i) এক অণু অ্যালকোহল হইতে এক অণু জল অপসারিত হইলে অ্যালকিন এবং (ii) দুই অণু অ্যালকোহল হইতে এক অণু জল গেলে ইথার উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ার পরিবেশ, অ্যালকোহল এবং নিরুদকের প্রকৃতির উপর নিরুদনের ফল নির্ভর করে। (i) 165° তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহল এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে ইথিলিন উৎপন্ন হয় যদি অ্যালকোহলের তুলনায় অ্যাসিডের পরিমাণ অধিক থাকে।



$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow{165^\circ} CH_2{=}CH_2 + H_2O$$

ইথাইল অ্যালকোহল　　ইথিলিন

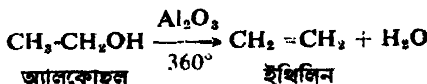
(ii) কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহলের পরিমাণ অ্যাসিড অপেক্ষা অধিক হইলে 140 তাপাংকে ডাই-ইথাইল ইথার পাওয়া যায়।



$$2C_2H_5OH \xrightarrow{140^\circ} C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2O$$

ইথাইল অ্যালকোহল　　ডাই-ইথাইল ইথার

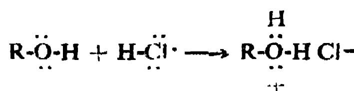
পলিথিনের কারখানায় চিটাগুড়-হইতে তৈয়ারী ইথাইল অ্যালকোহল 360° তাপাংকে অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া ইথিলিন প্রস্তুত হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[360^\circ]{Al_2O_3} CH_2{=}CH_2 + H_2O$$

অ্যালকোহল　　ইথিলিন

(৭) **অ্যালকোনিয়াম লবণ গঠন**: তীব্র অ্যাসিডে অ্যালকোহল দ্রবীভূত হইয়া আয়নিক অ্যালকোনিয়াম লবণ গঠন করে কারণ এই সকল অ্যাসিডের অ্যানায়ন অপেক্ষা অ্যালকোহল তীব্রতর ক্ষার। একই কারণে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে অ্যালকোহল সহজে দ্রবণীয়; জলে বিউটাইল অ্যালকোহলের দ্রবণীয়তা মাত্র 8% কিন্তু গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ইহা যে কোন অনুপাতে মিশে।



অ্যালকোনিয়াম ক্লোরাইড

মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল, $C_nH_{2n+1}OH$

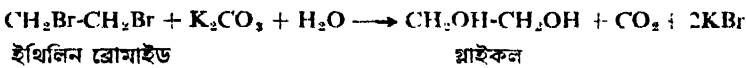
নাম		আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
মিথাইল অ্যালকোহল		CH_3OH	-97	64.5	0.792
ইথাইল	,,	C_2H_5OH	-114	78	0.789
নঃ প্রোপাইল	,,	C_3H_7OH	-126	97	0.804
আইসোপ্রোপাইল	,,	,,	-88.5	82	0.786
নঃ বিউটাইল	,,	C_4H_9OH	-90	118	0.810
আইসোবিউটাইল	,,	,,	-108	108	0.802
সেঃ বিউটাইল	,,	,,	—	99	0.808
টাঃ বিউটাইল	,,	,,	25	83	0.789
নঃ অ্যামাইল	,,	$C_5H_{11}OH$	-79	137	0.829
আইসোঅ্যামাইল	,,	,,	---	132	0.824
নঃ হেক্সাইল	,,	$C_6H_{13}OH$	-47	157	0.833

ডাইহাইড্রিক অ্যালকোহল, অ্যালকিনডাইয়ল: অ্যালকেন অণুর দুই পরমাণু হাইড্রোজেন হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে অ্যালকিনডাইয়ল পাওয়া যায়। এই সমগণীয় পর্যায়ের সাধারণ আণবিক সংকেত $HO\text{-}(CH_2)_n\text{-}OH$, এবং প্রথম সদস্য মিথিলিনডাইয়ল, $HO\text{-}CH_2\text{-}OH$. ইহাতে উভয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ একই কার্বন-সংলগ্ন; ইহা অস্থিতিশীল এবং বিশুদ্ধ অবস্থায় অজ্ঞাত। পরোক্ষ প্রমাণে মনে হয় ফরম্যালডিহাইড, $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>C=O$, লঘু জলীয় দ্রবণে প্রায় পুরাপুরি মিথিলিন ডাইয়ল-রূপে আছে। কার্বন শৃংখলে হাইড্রক্সিল গ্রুপের অবস্থান অনুসারে ইহাদিগকে 1,2-, 1,3-, 1,4-অ্যালকিনডাইয়ল বলা হয়। 1,2-ডাইয়ল সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ; সরলতম গঠনের দৃষ্টান্ত ইথিলিনডায়ল, $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$. ভুর্তজ (Wurtz) ইথিলিন আইয়োডাইড ও সিলভার অ্যাসিটেট হইতে ইহা প্রস্তুত করেন (1856) এবং নামকরণ

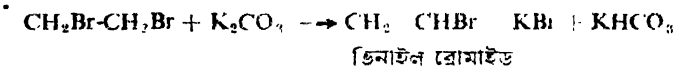
করেন গ্লাইকল কারণ ইহার বৈশিষ্ট্য ও বিক্রিয়া গ্লিসিরল (glycerol) এবং ইথাইল অ্যালকোহলের (alcohol) মাঝামাঝি। ইথাইল অ্যালকোহলের মত ইথিলিন গ্লাইকলকে সংক্ষেপে শুধু গ্লাইকল বলা হয়।

নামকরণ: সাধারণ পদ্ধতিতে সকল অ্যালকিনডাইয়লকে গ্লাইকল এবং পর্যায়ের সদস্যাদিগকে অ্যালকিন গ্লাইকল নামে অভিহিত করা হয়। যথা ইথিলিন গ্লাইকল, $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$, প্রপিলিন গ্লাইকল, $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$, আইসোবিউটিন গ্লাইকল, $(CH_3)_2C(OH)\text{-}CH_2OH$, ইত্যাদি। α,ω-(অর্থাৎ দুই প্রান্তে হাইড্রক্সিল-গ্রুপ-যুক্ত) গ্লাইকলের নাম মিথিলিন গ্রুপের সংখ্যা অনুযায়ী হয় যথা ট্রাইমিথিলিন গ্লাইকল, $HO\text{-}(CH_2)_3\text{-}OH$. IUPAC প্রথায় ইহাদিগকে অ্যালকেনডাইয়ল বলা হয়, হাইড্রক্সিল গ্রুপের অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়। যথা প্রোপেন-1,2-ডাইয়ল, $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$, 2,3-ডাইমিথাইলপেনটেন-1,5-ডাইয়ল, $HO\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH\text{-}CH_2\text{-}OH$, ইত্যাদি। কেবল ইথিলিন গ্লাইকল এখানে আলোচিত হইবে।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ইথিলিন ব্রোমাইড হইতে:** পরীক্ষাগারে ইথিলিন ব্রোমাইড এবং পটাশিয়াম কার্বনেটের লঘু জলীয় দ্রবণ উত্তপ্ত করিয়া (আদ্র-বিশ্লেষ) ইথিলিন গ্লাইকল তৈয়ার হয়। জলগাহে ঘনীভূত গ্লাইকল ইথাইল অ্যালকোহল দ্বারা নিষ্কাশন ও আংশিক পাতন করিলে ইথাইল অ্যালকোহল প্রথম চলিয়া যায়; গ্লাইকল পড়িয়া থাকে। উৎপাদনের পরিমাণ মাত্র 50%; এই সঙ্গে কিছু ভিনাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।

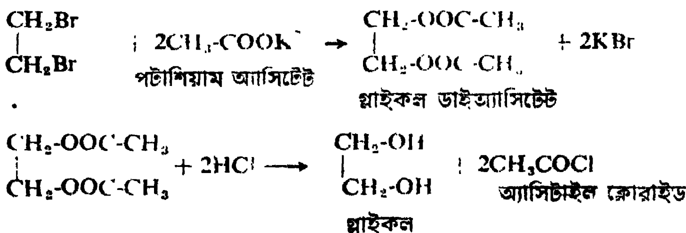


$$\underset{\text{ইথিলিন ব্রোমাইড}}{CH_2Br\text{-}CH_2Br} + K_2CO_3 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{গ্লাইকল}}{CH_2OH\text{-}CH_2OH} + CO_2 + 2KBr$$



$$CH_2Br\text{-}CH_2Br + K_2CO_3 \longrightarrow \underset{\text{ভিনাইল ব্রোমাইড}}{CH_2{=}CHBr} + KBr + KHCO_3$$

নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে ইথাইল ব্রোমাইড ও পটাশিয়াম অ্যাসিটেট উত্তপ্ত করিয়া উৎপন্ন গ্লাইকল ডাইঅ্যাসিটেট মিথাইল অ্যালকোহলীয় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড দ্বারা আদ্র-বিশ্লেষ করিলে উৎপাদনের পরিমাণ 85% হয়।

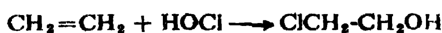


$$\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix} + \underset{\text{পটাশিয়াম অ্যাসিটেট}}{2CH_3\text{-}COOK} \rightarrow \underset{\text{গ্লাইকল ডাইঅ্যাসিটেট}}{\begin{matrix} CH_2\text{-}OOC\text{-}CH_3 \\ | \\ CH_2\text{-}OOC\text{-}CH_3 \end{matrix}} + 2KBr$$

$$\begin{matrix} CH_2\text{-}OOC\text{-}CH_3 \\ | \\ CH_2\text{-}OOC\text{-}CH_3 \end{matrix} + 2HCl \longrightarrow \underset{\text{গ্লাইকল}}{\begin{matrix} CH_2\text{-}OH \\ | \\ CH_2\text{-}OH \end{matrix}} + \underset{\text{অ্যাসিটাইল ক্লোরাইড}}{2CH_3COCl}$$

(২) **ইথিলিন হইতে:** পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের ইথিলিন ও হাইপোক্লোরাস

অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া শিল্পে গ্লাইকল প্রস্তুত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 65-70%. কলিচুনের ভিতর প্রথম 200 গুণ বায়ুচাপে 200° তাপাংকে ইথিলিন এবং পরে তাহাতে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করা হয়। সোডিয়াম বাইকার্বনেটের জলীয় দ্রবণ দ্বারা 70° তাপাংকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া নিম্ন চাপে পাতন করিলে গ্লাইকল পাওয়া যায়।



$$CH_2{=}CH_2 + HOCl \longrightarrow ClCH_2\text{-}CH_2OH$$

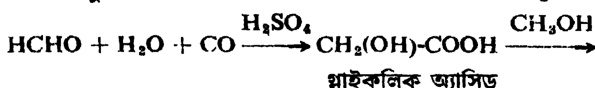
ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন



$$ClCH_2\text{-}CH_2OH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_2OH\text{-}CH_2OH + NaCl + CO_2$$

গ্লাইকল

(৩) **ফরম্যালডিহাইড হইতে:** শিল্পোৎপাদনের অন্য এক পদ্ধতিতে 700 গুণ বায়ুচাপে 200° তাপাংকে ফরম্যালডিহাইড, স্টীম, কার্বন মনোক্সাইড এবং সামান্য সালফিউরিক অ্যাসিড পাঁচ মিনিট উত্তপ্ত করিলে গ্লাইকলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। মিথাইল অ্যালকোহল দ্বারা ইহাকে এস্টারে রূপান্তরিত ও তাহা বিজারিত করিয়া গ্লাইকল তৈয়ার হয়। বিজারণে 200° তাপমাত্রায় 30 গুণ বায়ুচাপে হাইড্রোজেন এবং ক্রোমাইট অনুঘটক ব্যবহৃত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 75%.



$$HCHO + H_2O + CO \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2(OH)\text{-}COOH \xrightarrow{CH_3OH}$$

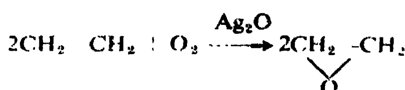
গ্লাইকলিক অ্যাসিড



$$CH_2(OH)\text{-}COOCH_3 \xrightarrow{2H_2} CH_2OH\text{-}CH_2OH + CH_3OH$$

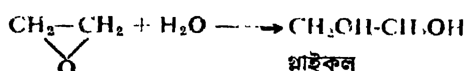
মিথাইল গ্লাইকলেট গ্লাইকল

(৪) **ইথিলিন অক্সাইড হইতে:** শিল্পে প্রধানতঃ ইথিলিন অক্সাইডের সহিত জল সংযোজন করিয়া গ্লাইকল উৎপন্ন হয়। অতি লঘু (1%) সালফিউরিক অ্যাসিড 60° তাপাংকে আধ ঘন্টায় এই বিক্রিয়া ঘটায়। নিম্নতর চাপে পাতন করিলে গ্লাইকল পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 50%. খনিজ তৈলের কারখানায় উপজাত ইথিলিন এবং বায়ু (1:10) 300° তাপাংকে সিলভার অক্সাইডের উপর দিয়া মাত্র এক সেকেণ্ড প্রবাহিত করিয়া ইথিলিন অক্সাইড তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 70%.



$$2CH_2{=}CH_2 + O_2 \xrightarrow{Ag_2O} 2CH_2\text{—}CH_2 \text{ (O bridged)}$$

ইথিলিন অক্সাইড



$$CH_2\text{—}CH_2 \text{ (O bridged)} + H_2O \longrightarrow CH_2OH\text{-}CH_2OH$$

গ্লাইকল

ধর্ম: গ্লাইকল সিরাপের মত ঘন তরল (স্ফুটনাংক 197), জল অপেক্ষা ভারী (আঃ গুঃ 1.116), মিষ্ট কিন্তু বিষাক্ত। ইহা জলাকর্ষী এবং জলের সহিত সকল

অনুপাতে মিশে। গ্লাইকল অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয়, ইথারে অল্প দ্রবণীয় এবং তরল হাইড্রোকার্বন যেমন বেনজিনে অদ্রবণীয়। ইহার স্ফুটনাংক আণবিক ওজনের তুলনায় অত্যধিক; ইহাতে দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ থাকায় পরস্পরের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের সম্ভাবনা ইথাইল অ্যালকোহলের দ্বিগুণ। ইথাইল অ্যালকোহলের (আণবিক ওজন 46) স্ফুটনাংক 78° কিন্তু গ্লাইকলের (আণবিক ওজন 62) স্ফুটনাংক 197° গ্লাইকল ও জলের মিশ্রণ (3 : 2) জমাট বাঁধে -49° তাপাংকে; শীতপ্রধান দেশে মোটর-যানের রেডিয়েটারে এই জন্য ইহার ব্যাপক ব্যবহার।

বিক্রিয়া: (১) **সোডিয়ামের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে সোডিয়াম (কিংবা পটা-শিয়াম) গ্লাইকলের একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে; উৎপন্ন মনোসোডিয়াম গ্লাইকল অতিরিক্ত গ্লাইকলে দ্রবীভূত থাকে। 160° তাপাংকে দ্বিতীয় হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়; ডাইসোডিয়াম গ্লাইকল এবং হাই-ড্রোজেন পাওয়া যায়। জল উভয়কে গ্লাইকলে বিয়োজিত করে।

$$HOCH_2\text{-}CH_2OH \xrightarrow[20^\circ]{Na} NaOCH_2\text{-}CH_2OH \xrightarrow[160^\circ]{Na} NaOCH_2\text{-}CH_2ONa$$

গ্লাইকল — মনোসোডিয়াম গ্লাইকল — ডাইসোডিয়াম গ্লাইকল

(২) **হাইড্রক্সিল গ্রুপ প্রতিস্থাপন:** সাধারণ তাপাংকে ফসফরাস ট্রাই- ও পেন্টা-ক্লোরাইড ইথিলিন গ্লাইকলের উভয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ এক সঙ্গে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া ইথিলিন ক্লোরাইড উৎপাদন করে। কেবল পেন্টাক্লোরাইডের ক্ষেত্রে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়।

$$HOCH_2\text{-}CH_2OH + 2PCl_5 \longrightarrow ClCH_2\text{-}CH_2Cl + 2POCl_3 + 2HCl$$

ইথিলিন গ্লাইকল — ইথিলিন ক্লোরাইড

(৩) **এস্টার গঠন:** 160° তাপাংকে ইথিলিন গ্লাইকল ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন এবং 200° তাপাংকে ইথিলিন ক্লোরাইড পাওয়া যায়।

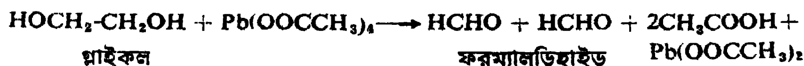
$$HOCH_2\text{-}CH_2OH + HCl \xrightarrow[-H_2O]{160^\circ} ClCH_2\text{-}CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{200^\circ} CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$$

ইথিলিন গ্লাইকল — ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন — ইথিলিন ক্লোরাইড

(৪) **জারণ:** নাইট্রিক অ্যাসিড বিভিন্ন তাপাংকে অনুকূল অবস্থায় গ্লাইকলকে ধাপে ধাপে জারিত করে। কিন্তু পারআইয়োডিক অ্যাসিড, HIO_4, অথবা লেড টেট্রা-অ্যাসিটেট গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত গ্লাইকলকে সরাসরি ফরম্যালডিহাইডে জারিত করে।

$$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} \xrightarrow{O} \begin{matrix} CHO \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} \xrightarrow{O} \begin{matrix} COOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} \xrightarrow{O} \begin{matrix} COOH \\ | \\ CHO \end{matrix} \xrightarrow{O} \begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

গ্লাইকল — গ্লাইকলিক অ্যালডিহাইড — গ্লাইকলিক অ্যাসিড — গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড — অকজালিক অ্যাসিড



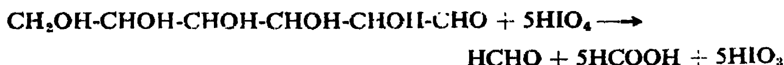
$$HOCH_2\text{-}CH_2OH + Pb(OOCCH_3)_4 \longrightarrow HCHO + HCHO + 2CH_3COOH + Pb(OOCCH_3)_2$$

গ্লাইকল ফরম্যালডিহাইড



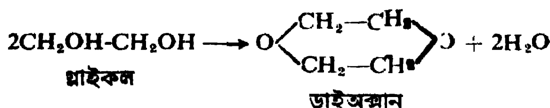
$$R\text{-}CHOH\text{-}CR'HOH + HIO_4 \longrightarrow R\text{-}CHO + R'\text{-}CHO + HIO_3 + H_2O$$

পারআইয়োডিক অ্যাসিড কেবল পাশাপাশি অবস্থিত (অর্থাৎ 1,2-) হাইড্রক্সিল গ্রুপ জারিত করে; কোন যৌগে ইহাদের সংখ্যা ও অবস্থান নির্ণয়ে এই বিক্রিয়া বিশেষ উপযোগী, কারণ ইহা মাত্রিক। যথা:



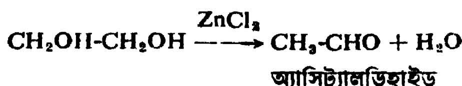
$$CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHO + 5HIO_4 \longrightarrow HCHO + 5HCOOH + 5HIO_3$$

(৫) **নিরুদন:** উপযুক্ত নিরুদক যথা সালফিউরিক অ্যাসিড অথবা ফসফরিক অ্যাসিড সিরাপ ও গ্লাইকল পাতন করিলে, ডাইঅক্সান নামক যুক্ত-শৃংখল ইথার পাওয়া যায়; দুই অণু গ্লাইকল হইতে দুই অণু জল অপসারিত হয়। 120°-150° তাপাংকে সিলিকা-অ্যালুমিনার উপর দিয়া ইথিলিন অক্সাইড প্রবাহিত করিয়া শিল্পে ডাইঅক্সান তৈয়ার হয়। ডাইঅক্সান বাণিজ্যে ব্যবহৃত দ্রাবক। কিন্তু গ্লাইকল ও জিংক ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়।



$$2CH_2OH\text{-}CH_2OH \longrightarrow O\langle{}^{CH_2-CH_2}_{CH_2-CH_2}\rangle O + 2H_2O$$

গ্লাইকল ডাইঅক্সান

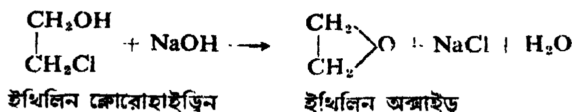


$$CH_2OH\text{-}CH_2OH \xrightarrow{ZnCl_2} CH_3\text{-}CHO + H_2O$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড

ব্যবহার: (i) গ্লাইকল ও টেরিথলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, হইতে টেরিলিন (জনপ্রিয় কৃত্রিম আঁশ) উৎপন্ন হয়। (ii) শীতপ্রধান দেশে মোটরযানের রেডিয়েটারে জলের সহিত ইহা মিশানো হয়। (iii) গ্লাইকল ডাইনাইট্রেট প্রচণ্ড বিস্ফোরক। (vi) বল-পয়েন্ট কলমের কালি তৈয়ার করিতে এবং বিমানের ইঞ্জিন ঠাণ্ডা রাখিতে প্রচুর গ্লাইকল আবশ্যক।

ইথিলিন অক্সাইড (পৃঃ ১১০) পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হয় ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন ও জলীয় কস্টিক সোডা পাতন করিয়া। কিন্তু শিল্পে বিপরীত বিক্রিয়ায় ইথিলিন অক্সাইড আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন তৈয়ার হয়।

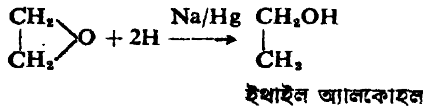


$$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CH_2Cl \end{matrix} + NaOH \longrightarrow \begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}\rangle O + NaCl + H_2O$$

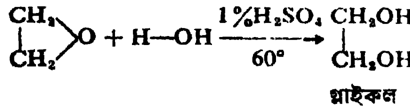
ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন ইথিলিন অক্সাইড

ইহা সহজদাহ্য বিষাক্ত গ্যাস; চাপে তরল (স্ফুটনাংক 11°) হয়। ইহা জল, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। ইহার প্রধান ব্যবহার কীটনাশক পদার্থরূপে এবং গ্লাইকল উৎপাদনে। ইহার পলিমার, পলিঅক্স রজন, কাপড়ের কলে সাইজ (size)

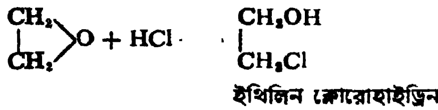
রূপে ব্যবহৃত হয়। ইথিলিন অক্সাইড অতি সক্রিয়; ইহার ত্রিকোণাকার বলয় সহজে বিচ্ছিন্ন হইয়া স্বাভাবিক অবস্থায় ক্রিয়া আসে।



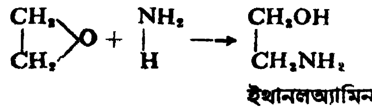
ইথাইল অ্যালকোহল



গ্লাইকল



ইথিলিন ক্লোরোহাইড্রিন



ইথানলঅ্যামিন

ট্রাইহাইড্রিক অ্যালকোহল: সরলতম গঠনের এবং সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ ট্রাইহাইড্রিক অ্যালকোহল (প্রোপেন-1,2,3-ট্রাইয়ল, গ্লিসিরিন বা গ্লিসিরল, $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$. সকল জৈব এবং উদ্ভিজ্জ তৈল ও চর্বিতে উর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টাররূপে ইহা থাকে; যথা সরিষার তৈল, বাদাম তৈল, ঘি, মাখন, শূকরের চর্বি, মাছের তৈল ইত্যাদি। উত্তপ্ত জলীয় কস্টিক সোডা ইহাদিগকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া গ্লিসিরল ও ফ্যাটি অ্যাসিডে বিয়োজিত করে। এই সকল ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণের জনপ্রিয় নাম সাবান। সাবানের কারখানায় গ্লিসিরল উপজাত দ্রব্য। এক কালে শিল্প ও বাণিজ্যের সমুদয় চাহিদা সাবানের কারখানা মিটাইত, এখন তাহা অপর্যাপ্ত। তাই পেট্রো-কেমিক্যাল কারখানায় প্রপিলিন হইতে প্রচুর গ্লিসিরল তৈয়ার হয়।)

শিল্পোৎপাদন: (১) সাবানের কারখানার পরিত্যক্ত জলীয় কস্টিক সোডা বা লাই (soap lye) হইতে: কারখানার শেষ দ্রবে (mother liquor) 5-8% গ্লিসিরল, প্রচুর খাদ্য-লবণ (সোডিয়াম ক্লোরাইড), সামান্য ফ্যাটি অ্যাসিড, জলে দ্রবীভূত কিছু সাবান ইত্যাদি থাকে। উহাতে অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের জলীয় দ্রবণ মিশাইলে ফ্যাটি অ্যাসিড ও সাবান অ্যালুমিনিয়াম লবণরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। ফিলটার প্রেসে পরিস্রুত তরল নিম্ন চাপে ঘনীভূত করিবার সময় খাদ্য লবণের অধিকাংশও স্ফটিকাকারে নিচে জমে। তরলে গ্লিসিরলের পরিমাণ হয় প্রায় 80%. স্বাভাবিক বায়ুচাপে উত্তপ্ত করিলে গ্লিসিরল আংশিক বিয়োজিত হয়। ইহাকে গুঁড়া সক্রিয় কাঠকয়লা দ্বারা বিরঞ্জিত করিয়া অতি অল্প চাপে স্টীম পাতন করিলে 98%

গ্লিসিরল পাওয়া যায়। ইহা হইতে ডিনামাইট প্রস্তুত হয়। প্রতি টন সাবানের সঙ্গে 60 পাউণ্ড গ্লিসিরল উৎপন্ন হয়।

$$\begin{array}{lll} CH_2OOC\text{-}R & CH_2OH & R\text{-}COONa \\ | & | & \\ CHOOC\text{-}R' + 3NaOH \longrightarrow & CHOH \quad + & R'\text{-}COONa \\ | & | & \\ CH_2OOC\text{-}R'' & CH_2OH & R''\text{-}COONa \end{array}$$

তৈল বা চর্বি — গ্লিসিরল — সাবান

(২) **প্রপিলিন হইতে:** প্রপিলিন ও ক্লোরিন (4:1) দ্বিগুণ বায়ুচাপে 400°-500° তাপাংকে মাত্র 2-3 সেকেণ্ডে অ্যালাইল ক্লোরাইডে পরিণত হয়। এই উচ্চ তাপাংকে ক্লোরিন দ্বিবন্ধে সংযোজিত না হইয়া মিথাইল গ্রুপের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করে। লঘু জলীয় কস্টিক সোডা 150° তাপাংকে অ্যালাইল ক্লোরাইডকে অ্যালাইল অ্যালকোহলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। অতঃপর হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড ($Cl_2 + H_2O$) ইহাতে সংযোজিত হইয়া ক্লোরোহাইড্রিন উৎপাদন করে। ইহার ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লিসিরল পাওয়া যায়। বিক্রিয়ার শেষ জলীয় দ্রবণে মাত্র 5% গ্লিসিরিন থাকে; বায়ুহীন পাত্রে ঘনীভূত এবং খাদ্য-লবণ অপসারিত করিলে 98% গ্লিসিরল পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 90% এবং ব্যয় প্রতিযোগিতা-মূলক।

$$CH_2{=}CH\text{-}CH_3 \xrightarrow[400^\circ\text{-}500^\circ]{Cl_2} CH_2{=}CH\text{-}CH_2Cl \xrightarrow[150^\circ]{5\%NaOH} CH_2{=}CH\text{-}CH_2OH$$

প্রপিলিন — অ্যালাইল ক্লোরাইড — অ্যালাইল অ্যালকোহল

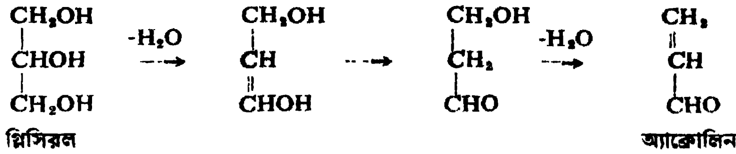
$$\xrightarrow[15^\circ]{HOCl} \begin{array}{c} CH_2Cl\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH \\ + \\ CH_2OH\text{-}CHCl\text{-}CH_2OH \end{array} \xrightarrow[150^\circ]{NaOH+Na_2CO_3} CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2\text{-}OH$$

ক্লোরোহাইড্রিন — গ্লিসিরল

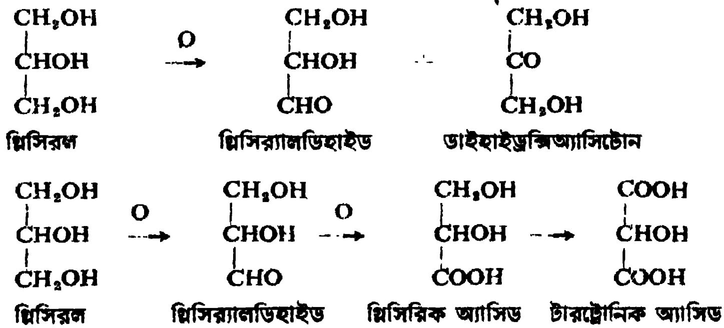
ধর্ম: গ্লিসিরল মিষ্ট, গন্ধহীন, চটচটে তরল (স্ফুটনাংক 290°, আংশিক বিয়োজন-সহ)। ইহা জল অপেক্ষা ভারী (আঃ গুঃ 1·265), জলাকর্ষী এবং জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে। গ্লিসিরল অ্যালকোহলে দ্রবণীয় কিন্তু ইথার, বেনজিন ও ক্লোরোফরমে অদ্রবণীয়। হিমশীতল তাপাংকে ইহা স্ফটিক (গলনাংক 18°) গঠন করে। তিনটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ থাকায় ইহার হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের ক্ষমতা গ্লাইকলের চেয়েও বেশী; আণবিক ওজনের (92) তুলনায় ইহার স্ফুটনাংক (290°) অত্যধিক; নঃ অ্যামাইল অ্যালকোহলের আঃ ওঃ 88 এবং স্ফুটনাংক 138°. গ্লিসিরল মৃদু জীবাণুনাশক (কোন কোন ঔষধে ইহা ব্যবহৃত হয়) এবং চর্ম মসৃণকারক প্রসাধন সামগ্রীতে ইহা মিশানো হয়)।

বিক্রিয়া: (১) **নিরুদন:** গ্লিসিরল ও কঠিন পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট (অথবা ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড) উত্তপ্ত করিলে এক অণু গ্লিসিরল হইতে দুই অণু জল

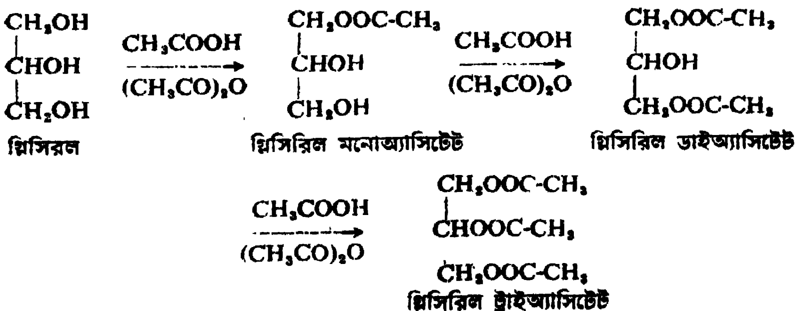
বিচ্ছিন্ন হইয়া অ্যাক্রোলিন (অতি ঝাঁঝালো গন্ধের তরল) উৎপন্ন হয়। রান্নার সময় অতি উত্তপ্ত কড়াইয়ে তৈল ঢালিলে যে গন্ধ পাওয়া যায় তাহা অ্যাক্রোলিনের।



(২) **জারণ:** মৃদু জারক যথা সোডিয়াম হাইপোব্রোমাইট বা হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড (2-1 কণা ফেরাস সালফেটসহ) গ্লিসিরলকে গ্লিসির্যালডিহাইড ও ডাই-হাইড্রক্সিঅ্যাসিটোনে জারিত করে। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে গ্লিসির্যালডিহাইড ও টারট্রোনিক অ্যাসিডে, এবং গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড সরাসরি গ্লিসিরিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে। অতি তীব্র জারক গ্লিসিরলকে অকজালিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।

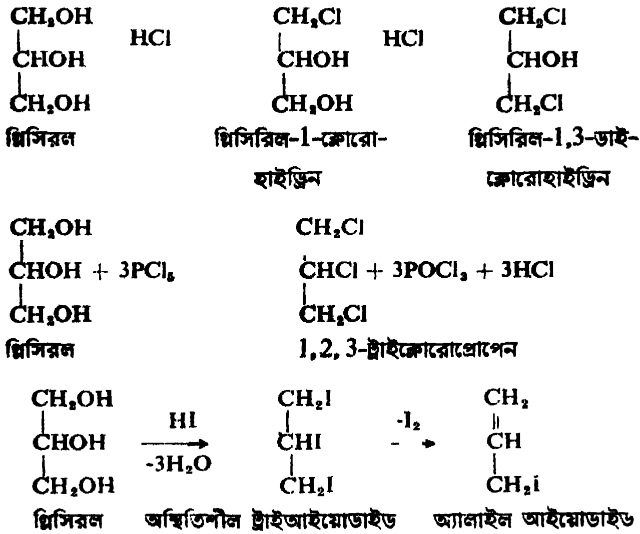


(৩) **এস্টার গঠন:** অনুকূল অবস্থায় গ্লিসিরল ও জৈব অ্যাসিড মনো-, ডাই- এবং ট্রাই-এস্টার উৎপাদন করে। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ সহজে এস্টার গঠন করে না। খাড়া কনডেনসারসহ গ্লিসিরল, নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ফুটাইলে যথাক্রমে মনো-, ডাই- এবং ট্রাই-অ্যাসিটেট পাওয়া যায়।

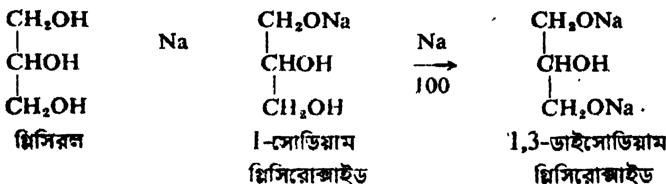


(৪) **হাইড্রোজেন হ্যালাইডের সহিত:** নির্জল গ্লিসিরল ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (1 : 1) 110° তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে গ্লিসিরিল-1-ক্লোরোহাইড্রিন উৎপন্ন হয়। অতিরিক্ত

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড থাকিলে গ্লিসিরিল-1,3-ডাইক্লোরোহাইড্রিন পাওয়া যায়। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ অবিকৃত থাকে। কিন্তু ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড গ্লিসিরলের তিনটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ এক সঙ্গে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া 1,2,3-ট্রাইক্লোরোপ্রোপেন উৎপাদন করে। হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের বিক্রিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের অনুরূপ। অতিরিক্ত হাইড্রোজেন আইয়োডাইড ও গ্লিসিরলের বিক্রিয়ায় তাপ প্রয়োগে অ্যালাইল আইয়োডাইড পাওয়া যায়।

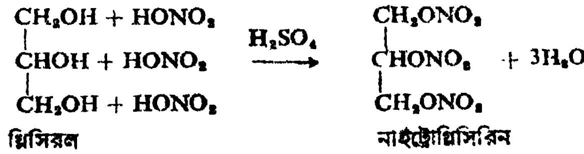


(৫) **সোডিয়ামের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে সোডিয়াম গ্লিসিরলের প্রাইমারী অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল হাইড্রোজেনের একটিমাত্র প্রতিস্থাপিত করে। 100° তাপাংকে দ্বিতীয় হাইড্রোজেনও প্রতিস্থাপিত হয় কিন্তু তৃতীয় হাইড্রক্সিল হাইড্রোজেন (সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয়) অটুট থাকে।



(৬) নাইট্রোগ্লিসিরিন গঠন: গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (5 ভাগ) ও ধূমায়মান (fuming) নাইট্রিক অ্যাসিডের (3 ভাগ) মিশ্রণে গ্লিসিরল (1 ভাগ) ধীরে ধীরে কিছু কিছু মিশাইয়া নাইট্রোগ্লিসিরিন প্রস্তুত হয়। মিশ্রণের তাপাংক 10°-25°-তে থাকা আবশ্যক। হালকা হলুদ তৈলরূপে ইহা উপরের স্তরে থাকে। হিমশীতল জল ও তারপর সোডিয়াম কার্বনেটের লঘু দ্রবণ দিয়া ধুইয়া অ্যাসিড-মুক্ত করা হয়। নির্জল

সোডিয়াম কার্বনেটের ভিতর দিয়া পরিস্রুত করিলে অনার্দ্র নাইট্রোগ্লিসিরিন পাওয়া যায়। ইহা এস্টার; অতএব ইহাকে গ্লিসিরিল ট্রাইনাইট্রেট বলা সঙ্গত। ইহার স্বাদ মিষ্ট; বাষ্প নিশ্বাসের সহিত টানিলে মাথা ধরে। অতি অল্প পরিমাণ তরলে অগ্নি সংযোগ করিলে নাইট্রোগ্লিসিরিন নিঃশব্দে পুড়িতে থাকে কিন্তু প্রবল ঝাঁকানিতে অথবা অপর বিস্ফোরকের প্রভাবে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটে। আলফ্রেড নোবেল ডিনামাইট আবিষ্কার করেন; কিসেলগুর (kieselguhr) নামক রন্ধ্রবহুল মৃত্তিকায় (25%) নাইট্রোগ্লিসিরিন (75%) বিশোষণ করিলে আঘাতে ইহার বিস্ফোরণ প্রবণতা লোপ পায়। ইহা নিরাপদে নাড়াচাড়া ও স্থানান্তরিত করা চলে।



$$\begin{array}{l} CH_2OH + HONO_2 \\ | \\ CHOH + HONO_2 \\ | \\ CH_2OH + HONO_2 \end{array} \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{array}{l} CH_2ONO_2 \\ | \\ CHONO_2 \\ | \\ CH_2ONO_2 \end{array} + 3H_2O$$

গ্লিসিরল　　　　　　　　নাইট্রোগ্লিসিরিন

বিভিন্ন ডিনামাইটে নাইট্রোগ্লিসিরিনের পরিমাণ 12-75% থাকে। ইহাতে সোডিয়াম নাইট্রেট, সালফার, অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, সেলুলোজ নাইট্রেট প্রভৃতিও মিশানো হয়। ব্লাস্টিং জিলাটিনে (blasting gelatin) 92% নাইট্রোগ্লিসিরিন এবং 8% সেলুলোজ নাইট্রেট থাকে। ইহা আঠালো (jelly). করডাইট (cordite) 40% নাইট্রোগ্লিসিরিন এবং 60% সেলুলোজ নাইট্রেট দিয়া প্রস্তুত। ইহা ধূমবিহীন বারুদ।

ব্যবহার: (i) গ্লিসিরলের সামান্য অংশ ডিনামাইটে রূপান্তরিত হয়, যুদ্ধ ছাড়াও অন্য কাজে ইহার প্রয়োজন হয় যেমন খনি হইতে কয়লা, সোনা ইত্যাদি আহরণ কিংবা পাহাড়ের ভিতর দিয়া সুড়ঙ্গ পথ নির্মাণ করিতে। (ii) প্রধানতঃ গ্লিসিরল ও দ্বিক্ষারী অ্যাসিড হইতে অ্যালকিড প্লাস্টিক তৈয়ার হয়; রং ও বার্ণিশে ইহার চাহিদা বিপুল। (iii) শীতপ্রধান দেশে মোটরযানের রেডিয়েটারে জলের সহিত ইহা মিশানো হয়। (iv) সিগারেটের তামাক আর্দ্র এবং সেলুফেন (মোড়কে ব্যবহৃত) নরম রাখিতে প্রচুর গ্লিসিরল লাগে। খাদ্য সংরক্ষণে, ঔষধে, প্রসাধন সামগ্রীতে, ছাপাখানার কালিতে গ্লিসিরল ব্যবহৃত হয়।

শনাক্তকরণ: (i) গুঁড়া পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট ও গ্লিসিরল টেস্ট-টিউবে গরম করিলে অ্যাক্রোলিনের তীব্র, ঝাঁঝালো গন্ধ পাওয়া যায়। (ii) বোরাক্সের জলীয় দ্রবণে কয়েক ফোঁটা ফিনলথলিন মিশাইলে বেগুনী রং দেখা দেয়; গ্লিসিরল মিশানো-মাত্র তাহা অদৃশ্য হয় কিন্তু ঈষৎ গরম করিলে আবার ফিরিয়া আসে। (iii) সালফিউরিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু জলীয় দ্রবণ ও গ্লিসিরল গরম করিলে, দ্রবণ বর্ণহীন, এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড বাহির হয়।

আণবিক গঠন: (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও আণবিক ওজন হইতে গ্লিসিরলের আণবিক সংকেত $C_3H_8O_3$. (ii) গ্লিসিরল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় 1,2,3-

ট্রাইক্লোরোপ্রোপেন উৎপন্ন হয় এবং তিন অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়। অতএব গ্লিসিরলে তিনটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে এবং ইহার তিনটি কার্বন পরমাণু সরাসরি এবং শৃংখল-আকারে যুক্ত। (iii) গ্লিসিরল প্রশম ও স্থিতিশীল যৌগ; কাজেই ইহাতে কোন কার্বক্সিল গ্রুপ নাই, এবং একাধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ একই কার্বন পরমাণুর সহিত যুক্ত নয়। 1,2,3-ট্রাইক্লোরোপ্রোপেন হইতে 170° তাপাংকে আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লিসিরলের উৎপত্তি এই যুক্তির মূলে। (iv) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় গ্লিসিরলের আণবিক গঠন, যাহা উপরে বর্ণিত তথ্যের সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ, হওয়া উচিত $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CH_2OH$.

প্রশ্নমালা

১। ইথাইল অ্যালকোহলের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর। ইহার প্রধান ব্যবহার কি? (i) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, (ii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড, (iii) আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। $C_4H_{10}O$ আণবিক সংকেতের সমাবয়বী অ্যালকোহলসমূহের আণবিক গঠন উল্লেখ কর। ইহাদিগকে শনাক্ত করিবার উপায় কি?

৩। মিথাইল অ্যালকোহল শিল্পশালায় কি পদ্ধতিতে তৈয়ার হয়? ইহার প্রধান ধর্ম ও ব্যবহার উল্লেখ কর। ইথাইল ও মিথাইল অ্যালকোহল কোন্ বিক্রিয়ায় সহজে চিহ্নিত করা যায়?

৪। নির্জল ইথাইল অ্যালকোহলের প্রস্তুত প্রণালী লিখ। সাধারণ উপায়ে ইহা তৈয়ার করিবার অসুবিধা কি? ইথাইল অ্যালকোহলের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর।

৫। (i) সোডিয়াম, (ii) অম্লীকৃত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট, (iii) ফসফরাস পেন্টা-ক্লোরাইড এবং (iv) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সহিত মিথাইল অ্যালকোহলের কি বিক্রিয়া ঘটে?

৬। ইথাইল অ্যালকোহলকে ইথিলিনে, এবং ইথিলিনকে ইথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করিবার প্রণালী বর্ণনা কর।

৭। গ্লিসিরল উৎপাদনের একটি পদ্ধতির বিশদ বিবরণ দাও। ইহার প্রধান প্রয়োগ উল্লেখ কর। ইহার আণবিক গঠন কি ভাবে প্রতিপন্ন হইয়াছে?

৮। (i) পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট, (ii) নাইট্রিক অ্যাসিড, (iii) হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ও (iv) সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইটের সহিত গ্লিসিরিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ বিবৃত কর।

৯। গ্লাইকল কি? পরীক্ষাগারে ইহা কি ভাবে তৈয়ার হয়? ইহার প্রধান ব্যবহার উল্লেখ কর।

১০। X নামক যৌগের $C = 52.18\%$, $H = 13.04\%$, $O = 34.78\%$; ইহা Y নামক যৌগে জারিত হয়, যাহার $C = 62.1\%$, $H = 10.35\%$ এবং অবশিষ্ট অংশ অক্সিজেন। Y-এর বাষ্প ঘনত্ব 24. X এবং Y-এর আণবিক গঠন নির্ণয় কর।

১১। ইথেন, ইথাইল ব্রোমাইড ও ইথাইল অ্যালকোহলের আণবিক গঠন লিখ। ইহাদের গঠনমূলক সাদৃশ্য প্রতিপন্ন কর।

১২। প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যালকোহলের উদাহরণ দাও; ইহাদের গঠনমূলক বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ কর। C_3H_7OH আণবিক সংকেতের সমাবয়বী অ্যালকোহলসমূহ চিহ্নিত করিবার সহজ উপায় কি?

১৩। 1.76 g মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল হইতে অতিরিক্ত সোডিয়াম 448 cc হাইড্রোজেন উৎপাদন করিল; ইহার আণবিক ওজন কত?

১৪। (i) অ্যাসিটিলিনকে ইথাইল অ্যালকোহলে, (ii) ইথাইল অ্যালকোহলকে অ্যাসিটিলিনে, (iii) নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহলকে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলে এবং (iv) মিথাইল অ্যালকোহলকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে কি ভাবে রূপান্তরিত করা যায়?

সপ্তম অধ্যায়

ইথার

দুই অণু মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল হইতে এক অণু জল অপসারিত হইলে ইথার উৎপন্ন হয়। ডাইমিথাইল ইথারের, CH_3-O-CH_3, আণবিক গঠন সরলতম। মিথাইল অ্যালকোহল, CH_3-OH, নিরুদন করিলে ইহা পাওয়া যায়। সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত ইথারসমূহের সাধারণ আণবিক সংকেত R-O-R'; দুই অ্যালকিল গ্রুপ-সংলগ্ন অক্সিজেন পরমাণু, $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-O-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$, ইহাদের নিজস্ব সক্রিয় গ্রুপ। জলের সহিত ইহাদের গঠনগত সাদৃশ্য সুস্পষ্ট; তত্ত্বীয় মতে জলের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে অ্যালকোহলের এবং উভয় হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে ইথারের উৎপত্তি।

H-O-H	R-O-H	R-O-R'
জল	অ্যালকোহল	ইথার

ইথারের উভয় অ্যালকিল গ্রুপ অভিন্ন হইলে, তাহাকে প্রতিসম বা সরল ইথার বলে যথা ডাইমিথাইল ইথার, CH_3-O-CH_3; বিভিন্ন হইলে, তাহা অপ্রতিসম বা মিশ্র ইথার, যেমন মিথাইল ইথাইল ইথার, CH_3-O-C_2H_5.

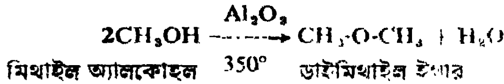
নামকরণ: ইথারের সাধারণ নামের প্রথম অংশ অ্যালকিল গ্রুপ এবং শেষ অংশ ইথার; হ্রস্ব অ্যালকিল গ্রুপ প্রথমে এবং দীর্ঘটি পরে উল্লিখিত হয়। যথা মিথাইল ইথার, CH_3-O-CH_3, ইথাইল আইসোপ্রোপাইল ইথার, C_2H_5-O-$CH(CH_3)_2$ নিঃসংশয় হইতে কেহ কেহ সরল ইথারের নামের আগে ডাই- যোগ করেন; যথা ডাই-ইথাইল ইথার। IUPAC পদ্ধতিতে ইথারকে অ্যালকেনের অ্যালকোক্সি যৌগ (অ্যালকেনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যালকোক্সি গ্রুপ, -OR, দ্বারা প্রতিস্থাপিত) হিসাবে গণ্য করা হয়। যথা মিথোক্সিমিথেন, CH_3O-CH_3; বৃহত্তর অ্যালকিল গ্রুপকে মূল অ্যালকেন মনে করিতে হইবে যথা 2-মিথোক্সিবিউটেন, CH_3-CH_2-$\underset{|}{C}H$-CH_3.
O-CH_3

জটিল গঠনের ইথারের ক্ষেত্রে সাধারণতঃ এই সকল নাম ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

সমাবয়বতা: ডাই-ইথাইল ইথার, C_2H_5-O-C_2H_5, $C_4H_{10}O$, এবং মিথাইল নরমাল (এবং আইসো-) প্রোপাইল ইথার, CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3 (এবং CH_3-O-$CH(CH_3)_2$), $C_4H_{10}O$, সমাবয়বী। একই সক্রিয় গ্রুপের, -O-, সহিত বিভিন্ন অ্যালকিল গ্রুপ সংযুক্ত থাকায় এই সমাবয়বতার উদ্ভব; ইহাকে মেটামারিজম (metamerism) বলে। ইথার ও অ্যালকোহল সমাবয়বী; প্রত্যেক ইথারের অন্ততঃ

একটি সমাবয়বী অ্যালকোহল আছে। যথা ডাইমিথাইল ইথার, CH_3-O-CH_3, C_2H_6O, এবং ইথাইল অ্যালকোহল, CH_3-CH_2-OH, C_2H_6O.

ডাইমিথাইল ইথার, CH_3-O-CH_3: 350° তাপাংকে 15 গুণ বায়ুচাপে অ্যালুমিনার, Al_2O_3, উপর দিয়া মিথাইল অ্যালকোহল বাষ্পাকারে প্রবাহিত করিয়া শিল্পে ডাই-মিথাইল ইথার তৈয়ার হয়। অতিরিক্ত মিথাইল অ্যালকোহল আংশিক পাতন দ্বারা উদ্ধার করিয়া পুনরায় প্রবাহিত করা হয়।



$$2CH_3OH \xrightarrow[350^\circ]{Al_2O_3} CH_3\text{-}O\text{-}CH_3 + H_2O$$

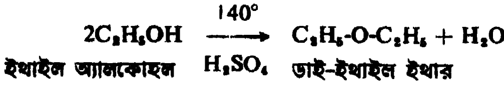
মিথাইল অ্যালকোহল ডাইমিথাইল ইথার

সাধারণ তাপাংকে ইহা গ্যাস; তরলের স্ফুটনাংক -23°. জল 18° তাপাংকে নিজ আয়তনের 37 গুণ গ্যাসীয় ডাইমিথাইল ইথার দ্রবীভূত করে; গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড করে 600 গুণ। ইহার গন্ধ সুমিষ্ট। অতি দাহ্য মিথাইল ইথারের হিমায়নে (refrigeration) ব্যবহার সীমিত; কোন বস্তু বিন্দু বিন্দু ছিটাইবার মাধ্যমরূপে (spraying propellant) ইহার চাহিদা আছে।

ডাই-ইথাইল ইথার, C_2H_5-O-C_2H_5, প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল ১৫৪৪ খ্রীষ্টাব্দে মদ্য (spirit of wine) এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড পাতিত করিয়া; আজও এই পদ্ধতি চালু রহিয়াছে। তাই ইহার বাণিজ্যিক নাম 'ইথার সালফিউরিক'। আবিষ্কারের প্রায় 300 বৎসর পর অস্ত্রোপচারে সংজ্ঞাহারকরূপে ইহা প্রথম ব্যবহৃত হয়। ইহা সকল ইথারের সেরা; শুধু ইথার বলিতে ইহাকেই বুঝায়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) ইথাইল অ্যালকোহল হইতে: 140° তাপাংকে বালি-গাহে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত শোধিত ইথাইল অ্যালকোহল (rectified spirit) উত্তপ্ত করিয়া শিল্পে ও পরীক্ষাগারে ডাই-ইথাইল ইথার তৈয়ার হয়। পাতন কূপীতে অ্যালকোহল (50 cc) লইয়া তাহাতে ধীরে ধীরে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (50 cc) মিশাও; মাঝে মাঝে জলে ডুবাইয়া কূপী ঠাণ্ডা কর। বিয়োজী ফানেলের শেষ প্রান্ত এবং থার্মোমিটারের পারদ-কুণ্ড তরলে ডুবানো থাকিবে (২১নং চিত্র)। পাতন কূপী ধীরে ধীরে 140°-145° তাপাংকে গরম কর। হিমশীতল জল প্রবাহিত করিয়া কনডেনসার শীতল রাখ কারণ ইথার অতিশয় উদ্বায়ী ও দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 34.5°)। গ্রাহক পাত্রটি বরফাবৃত থাকিবে। ইহার পার্শ্ববর্তী নলে রবার নল যুক্ত করিয়া নর্দমার মুখে ঢুকাও। কূপীতে কয়েক খণ্ড পিউমিস থাকিলে তরল মিশ্রণ নিঃশব্দে ফুটিতে থাকে। ইথার উৎপাদনের অনুপাতে বিয়োজী ফানেল হইতে শোধিত অ্যালকোহল ধীরে ধীরে যোগ কর যাহাতে কূপীতে তরলের পরিমাণ মোটামুটি ঠিক থাকে। পাতিত তরল বিয়োজী ফানেলে লইয়া প্রথমে লঘু কস্টিক সোডা দিয়া ধুইয়া সালফিউরাস অ্যাসিড, এবং পরে জলীয় খাদ্য লবণ দিয়া অতিরিক্ত

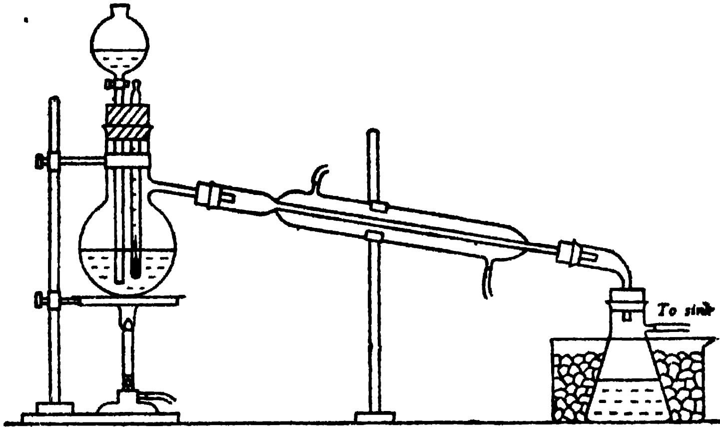
অ্যালকোহল, অপসারিত কর। উপরের ইথার স্তর ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া জল-গাহ (70°-80°) হইতে পাতন করিলে বিশুদ্ধ ইথার পাইবে। ইহার ধারে পাশে কোথাও দীপ-শিখা থাকিলে অগ্নিকাণ্ড ঘটিবে।



$$2C_2H_5OH \xrightarrow[H_2SO_4]{140^\circ} C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2O$$

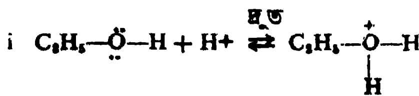
ইথাইল অ্যালকোহল ডাই-ইথাইল ইথার

হাইড্রোজেন আয়ন, H^+, (তীব্র অ্যাসিড হইতে যথা সালফিউরিক, হাইড্রোক্লোরিক বা হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড) এই বিক্রিয়ায় অনুঘটকের ভূমিকা গ্রহণ করে। ইথাইল



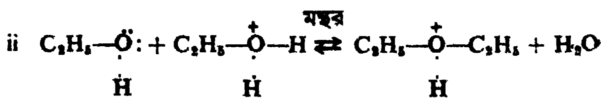
২১নং চিত্র। ইথার প্রস্তুতি।

হাইড্রোজেন সালফেট, $C_2H_5HSO_4$, অন্তর্বর্তী যৌগ হিসাবে অপরিহার্য ধাপ নহে। জিংক ক্লোরাইড বা বোরন ট্রাইক্লোরাইডও অ্যালকোহলকে ইথারে রূপান্তরিত করে। এই বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে:



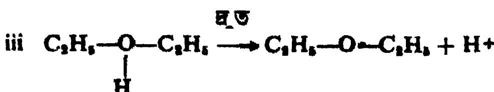
$$\text{i}\quad C_2H_5\text{—}\ddot{O}\text{—}H + H^+ \underset{}{\overset{\text{দ্রুত}}{\rightleftharpoons}} C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}H$$

অক্সোনিয়াম আয়ন



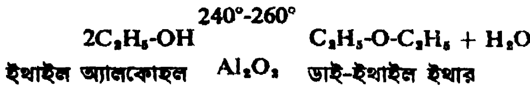
$$\text{ii}\quad C_2H_5\text{—}\dot{O}(H): + C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}H \overset{\text{মন্থর}}{\rightleftharpoons} C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}C_2H_5 + H_2O$$

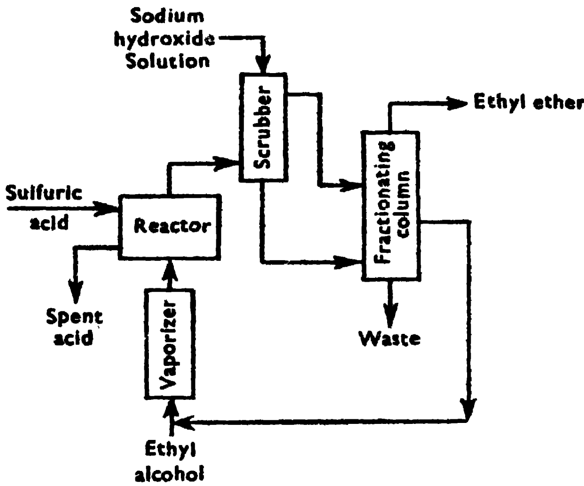
অক্সোনিয়াম আয়ন



$$\text{iii}\quad C_2H_5\text{—}O(H)\text{—}C_2H_5 \xrightarrow{\text{দ্রুত}} C_2H_5\text{—}O\text{—}C_2H_5 + H^+$$

সামান্য সালফিউরিক অ্যাসিড (1 ভাগ) বহুল পরিমাণ অ্যালকোহলকে (200 ভাগ) ইথারে পরিণত করে। এই জন্য ইহা নিরবচ্ছিন্ন ইথার উৎপাদন প্রণালী (continuous etherification process) নামে পরিচিত। 165° তাপাংকে ইথিলিন উৎপন্ন হইতে থাকে। ইথার উৎপাদনের পরিমাণ 95%। শিল্পোৎপাদনের অন্য প্রণালীতে চাপপিষ্ট নির্জল বাষ্পীয় ইথাইল অ্যালকোহল 240°-260° তাপাংকে অ্যালুমিনার, Al_2O_3, উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%। তাপাংক 360° উঠিলে প্রধানতঃ ইথিলিন পাওয়া যায়।





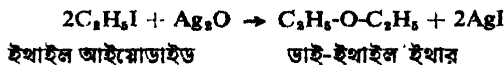
২১ক নং চিত্র। ইথার উৎপাদন, শিল্পে।

(২) ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড হইতে: উইলিয়ামসন সংশ্লেষণ (Williamson synthesis): অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড কাঁচ কুপীতে লইয়া খাড়া কনডেনসারসহ দুই ঘন্টা ফুটাইলে ডাই-ইথাইল ইথার উৎপন্ন হয়। অ্যালকোহলে অদ্রবণীয় সোডিয়াম আইয়োডাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। আংশিক পাতন দ্বারা অ্যালকোহল হইতে ইথার পৃথক করা যায়। মিশ্র ইথার উৎপাদনে ইহা বিশেষ উপযোগী। মিথাইল আইয়োডাইড, CH_3I, এবং সোডিয়াম ইথোক্সাইড, C_2H_5ONa, হইতে এই পদ্ধতিতে মিথাইল ইথাইল ইথার, CH_3-O-C_2H_5, তৈয়ার করা চলে। অজানা ইথারের আণবিক গঠন নির্ধারণ করিতেও এই প্রণালী সহায়ক; ডাই-ইথাইল ইথারের আণবিক গঠন এই সংশ্লেষণ হইতে প্রতিপন্ন হয়।



ইথাইল আইয়োডাইড সোডিয়াম ইথোক্সাইড ডাই-ইথাইল ইথার

(৩) **ইথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার অক্সাইড হইতে :** ইথাইল আইয়োডাইড ও নির্জল সিলভার অক্সাইড মৃদু তাপে ডাই-ইথাইল ইথারে রূপান্তরিত হয়। আর্দ্র সিলভার অক্সাইড ও ইথাইল আইয়োডাইড হইতে ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়ায় কেবল সরল ইথার প্রস্তুত করা চলে।



$$2C_2H_5I + Ag_2O \rightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + 2AgI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ডাই-ইথাইল ইথার

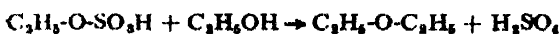
(৪) **ইথিলিন হইতে :** শিল্পে পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের ইথিলিন হইতে এখন অধিকাংশ ইথার তৈয়ার হয়। 10-15 গুণ বায়ুচাপে 50°-80° তাপাংকে ইথিলিন 90-95% সালফিউরিক অ্যাসিডের ভিতর সঞ্চালিত করিলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট ও ইথাইল সালফেট পাওয়া যায় (অনুরূপ পদ্ধতিতে অ্যালকোহল তৈয়ার হয়, পৃ: ৯৬)। মিশ্রণে যথেষ্ট জল মিশাইয়া অ্যাসিড 60% করা হয়। 125° তাপাংকে উভয় সালফেট আংশিক আর্দ্র-বিশ্লেষে ইথাইল অ্যালকোহল ও সালফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহল ও অবিকৃত ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং ইথাইল সালফেটের বিক্রিয়ায় ইথার পাওয়া যায়। ইথিলিনের 40% এই ভাবে ইথারে রূপান্তরিত হয়।



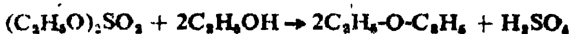
$$CH_2 = CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}SO_3H \xrightarrow{H_2O} C_2H_5OH + H_2SO_4$$



$$2CH_2 = CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2O)_2SO_2 \xrightarrow{H_2O} 2C_2H_5OH + H_2SO_4$$



$$C_2H_5\text{-}O\text{-}SO_3H + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2SO_4$$



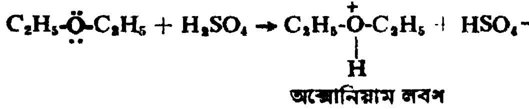
$$(C_2H_5O)_2SO_2 + 2C_2H_5OH \rightarrow 2C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2SO_4$$

ধর্ম : ডাই-ইথাইল ইথার বর্ণহীন, সহজ-প্রবাহী, অতি উদ্বায়ী তরল, ইহার গন্ধ মৃদু-মধুর কিন্তু স্বাদ প্রদাহী। ইথার জল অপেক্ষা হালকা (আঃ গুঃ 0.714), কিন্তু বাষ্প বায়ু অপেক্ষা ভারী। ইহা জলে আংশিক (7·5 g 100 cc জলে 20° তাপাংকে) দ্রবণীয়। কারণ ইথার জলের সহিত হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। কিন্তু -OH গ্রুপ না থাকায় ইথারের অণুতে অণুতে এই বন্ধন সম্ভব নয়। ফলে ইথারের (আঃ ওঃ 74) স্ফুটনাংক (34.5°) তুলনীয় নঃ বিউটাইল অ্যালকোহলের (আঃ ওঃ 74) স্ফুটনাংক (117°) অপেক্ষা অনেক কম। অ্যালকেনও হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনে অক্ষম, নঃ পেনটেনের (আঃ ওঃ 72) স্ফুটনাংক (36°) ইথারের খুব কাছাকাছি। বাষ্পীয় ইথার অগ্নি সংযোগে বিস্ফোরণ ঘটায়। নিঃশ্বাসের সহিত ইথার বাষ্প কিছু ক্ষণ টানিলে সংজ্ঞা লোপ পায়। ক্লোরোফরম ও ইথারের মিশ্রণ অস্ত্রোপচারে সংজ্ঞাহারক।

বিক্রিয়া : ইথারের C-O বন্ধন (81 kcal/mole) অ্যালকেনের C-C বন্ধনের (80 kcal/mole) মত মজবুত, অ্যালকেনের মত ইথার জারণ, বিজারণ ও আর্দ্র-বিশ্লেষে অবিকৃত থাকে, সোডিয়াম বা পটাশিয়ামের সংস্পর্শেও ইথার নিষ্ক্রিয়। কিন্তু ইথারের নিঃসঙ্গ

জোড়া ইলেকট্রন (lone electron-pair) ডেটিভ বন্ধন গঠনে সক্ষম। ইথার সামান্য সক্রিয়তার কারণ প্রধানতঃ ইহাই।

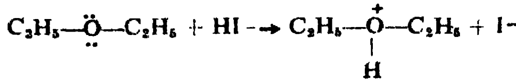
(১) **তীব্র অ্যাসিডের সহিত: অক্সোনিয়াম লবণ গঠন:** সাধারণ তাপাংকে ইথার এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) অক্সোনিয়াম লবণ গঠন করে; ইহা অ্যাসিডে দ্রবণীয়।



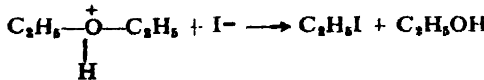
$$C_2H_5\text{-}\ddot{O}\text{-}C_2H_5 + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5\text{-}\overset{+}{O}(H)\text{-}C_2H_5 + HSO_4^-$$

অক্সোনিয়াম লবণ

উত্তাপে হ্যালাইড লবণ ইথাইল অ্যালকোহল ও ইথাইল হ্যালাইডে বিয়োজিত হয়। অতিরিক্ত অ্যাসিড থাকিলে, অ্যালকোহল যথারীতি ইথাইল হ্যালাইড গঠন করে।



$$C_2H_5\text{—}\ddot{O}\text{—}C_2H_5 + HI \rightarrow C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}C_2H_5 + I^-$$



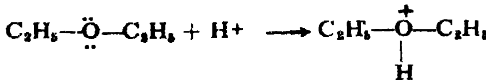
$$C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}C_2H_5 + I^- \longrightarrow C_2H_5I + C_2H_5OH$$



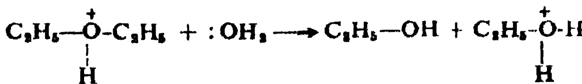
$$C_2H_5OH + HI \longrightarrow C_2H_5I + H_2O$$

এই বিক্রিয়া মাত্রিক, জাইসেল পদ্ধতিতে (Zeisel method) কোন যৌগে মিথোক্সি, CH_3O-, বা ইথোক্সি, C_2H_5O-, গ্রুপ নিরূপণ এই তথ্যের উপর প্রতিষ্ঠিত। মিশ্র ইথারের গঠন নির্ণয়েও ইহা সহায়ক, কারণ R-O-R' হইতে RI এবং R'I পাওয়া যাইবে।

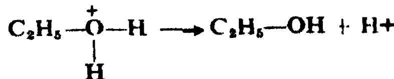
(২) **জলীয় তীব্র অ্যাসিডের সহিত:** ইথার এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের লঘু দ্রবণ চাপপিষ্ট অবস্থায় উত্তপ্ত করিলে ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।



$$C_2H_5\text{—}\ddot{O}\text{—}C_2H_5 + H^+ \longrightarrow C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}C_2H_5$$

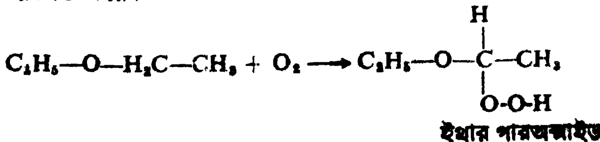


$$C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{-}C_2H_5 + :OH_2 \longrightarrow C_2H_5\text{—}OH + C_2H_5\text{-}\overset{+}{O}(H)\text{-}H$$



$$C_2H_5\text{—}\overset{+}{O}(H)\text{—}H \longrightarrow C_2H_5\text{—}OH + H^+$$

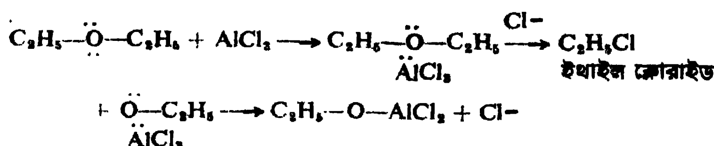
(৩), **পারঅক্সাইড গঠন:** বায়ু ও আলোর সংস্পর্শে ইথার ধীরে ধীরে ইথার পারঅক্সাইড গঠন করে। ইহা অস্থিতিশীল তরল, উত্তাপে বিস্ফোরণ ঘটায়। সামান্য হাইড্রো-কুইনোন মিশাইলে পারঅক্সাইড গঠন ব্যাহত হয়। জলীয় ফেরাস সালফেট পার-অক্সাইড বিয়োজিত করে।



$$C_2H_5\text{—}O\text{—}H_2C\text{—}CH_3 + O_2 \longrightarrow C_2H_5\text{—}O\text{—}C(H)(O\text{-}O\text{-}H)\text{—}CH_3$$

ইথার পারঅক্সাইড

(8) অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের সহিত : নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও ইথার উত্তপ্ত করিলে ইথাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



ব্যবহার : ইথারের প্রধান প্রয়োগ দ্রাবকরূপে ; বহুবিধ জৈব যৌগ ইহাতে দ্রবণীয়। ইথার ও অ্যালকোহল সেলুলয়েড (celluloid) ও কলোডিয়ন (collodion) উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। ক্লোরোফরম ও ইথার সংজ্ঞাহারক কিন্তু ইদানিং অস্ত্রোপচারে উৎকৃষ্টতর যৌগ (যথা সাইক্লোপ্রোপেন) ইহার স্থান দখল করিয়াছে। 2,2′-ডাইক্লোরোইথাইল ইথার বাণিজ্যিক দ্রাবক।

ইথাইল ইথারের সহিত পদার্থবিদের কাল্পনিক কিন্তু সর্বব্যাপী ইথারের অথবা হিন্দুশাস্ত্রের পঞ্চভূতের অন্যতম ব্যোমের কোনও সম্পর্ক নাই।

আণবিক গঠন : (i) মাত্রিক বিশ্লেষণ ও বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইথারের আণবিক সংকেত $C_4H_{10}O$. (ii) সাধারণ তাপাংকে সোডিয়াম কিংবা ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সংস্পর্শে ইথার অবিকৃত থাকে ; কাজেই ইথারে হাইড্রক্সিল গ্রুপ অনুপস্থিত। (iii) গাঢ় হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড উত্তপ্ত অবস্থায় ইথারকে জল ও ইথাইল আইয়োডাইডে বিয়োজিত করে। এই বিয়োজন মাত্রিক, অতএব ইথার অণুতে দুইটি ইথাইল গ্রুপ রহিয়াছে। ইথাইল আইয়োডাইড এবং সোডিয়াম ইথোক্সাইড হইতে উইলিয়ামসন পদ্ধতিতে ইথারের উৎপত্তিও এই যুক্তির অনুকূলে। (iv) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় ইথারের আণবিক গঠন : $CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3$. সম্ভাব্য অপর দুইটি গঠন যথা $C_4H_9\text{-}OH$ (বিউটাইল অ্যালকোহল) ও $C_3H_7\text{-}O\text{-}CH_3$ (মিথাইল প্রোপাইল ইথার) গ্রহণযোগ্য নয়, কারণ উপরে বর্ণিত তথ্যের সহিত ইহাদের সামঞ্জস্য নাই।

ইথার, $C_nH_{2n+2}O$

নাম	গঠন	স্ফুটনাংক °C	গলনাংক °C	আঃ গুঃ
ডাইমিথাইল ইথার	$CH_3\text{-}O\text{-}CH_3$	-23	-138	গ্যাস
মিথাইল ইথাইল ,,	$CH_3\text{-}O\text{-}C_2H_5$	8	...	0·647
ডাই-ইথাইল ,,	$C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5$	34·5	-116·5	0·714
ডাইপ্রোপাইল ,,	$C_3H_7\text{-}O\text{-}C_3H_7$	90·5	-112	0·747
ডাই-আইসোপ্রোপাইল ,,	,,	67·5	-60	0·726
ডাই-নঃ-বিউটাইল ,,	$C_4H_9\text{-}O\text{-}C_4H_9$	141		0·769
ডাই-আইসোঅ্যামাইল ,,	$C_5H_{11}\text{-}O\text{-}C_5H_{11}$	172	—	0·783

প্রশ্নমালা

১। পরীক্ষাগারে ডাই-ইথাইল ইথারের প্রস্তুত প্রণালী বিশদ ভাবে লিখ। ইহার প্রধান ধর্মের উল্লেখ কর।

২। ডাই-ইথাইল ইথারের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। ইহার প্রধান ব্যবহার কি?

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) সরল ও মিশ্র ইথার, (ii) মেটামারিজম, (iii) জাইসেল পদ্ধতিতে মিথোক্সি গ্রুপ নিরূপণ।

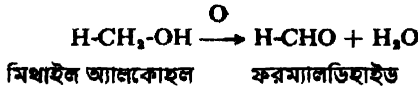
৪। কোন ইথারের C = 60%, H = 13.3%; ইহার সম্ভাব্য আণবিক গঠন কি হইতে পারে? ইথার ও ইথাইল অ্যালকোহল চিহ্নিত করিবার সহজতম উপায় কি?

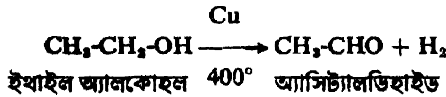
৫। কোন যৌগের C = 64.68%, H = 13.51% এবং O = 21.81%. ইহার বাষ্প ঘনত্ব 37. ফুটন্ত, গাঢ় হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ইহাকে অ্যালকিল আইয়োডাইডে বিয়োজিত করে যাহার I = 81.41%. এই যৌগের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

অষ্টম অধ্যায়

অ্যালডিহাইড ও কিটোন

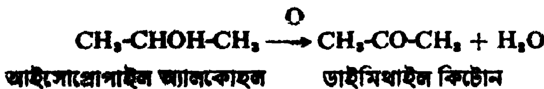
প্রাইমারী অ্যালকোহলের, $R\text{-}CH_2\text{-}OH$, সক্রিয় কার্বন হইতে মৃদু জারণে দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপসারিত করিলে অনুরূপ অ্যালডিহাইড, R-CHO, পাওয়া যায়। দুইটি হাইড্রোজেন অণু অথবা জলের আকারে নিষ্ক্রান্ত হইতে পারে।

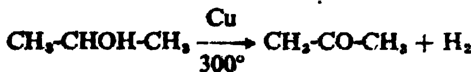




ফরম্যালডিহাইড ছাড়া সকল অ্যালডিহাইডের কার্বনিল গ্রুপের, -CO-, কার্বন অপর একটি কার্বনের সহিত যুক্ত থাকে। ইহাদের সক্রিয় গ্রুপের, -CHO, নাম অ্যালডিহাইডো এবং এই সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত সদস্যদের সাধারণ আণবিক সংকেত $C_nH_{2n+1}CHO$ অথবা $C_nH_{2n}O$, সংক্ষেপে R-CHO. একযোজী -CHO গ্রুপ কার্বন শৃংখলের এক প্রান্তে অবস্থিত। অনুকূল অবস্থায় তীব্র জারক প্রাইমারী অ্যালকোহলকে সরাসরি অনুরূপ ফ্যাটি অ্যাসিডে, R-COOH, রূপান্তরিত করিতে পারে।

সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের, R-CHOH-R′, সক্রিয় কার্বন হইতে জারণে হাইড্রোজেন পরমাণু দুইটি অপসারিত হইলে অনুরূপ কিটোন, R-CO-R′, উৎপন্ন হয়।





দ্বিযোজী কার্বনিল গ্রুপের, -CO-, কার্বন অপর দুইটি কার্বনের সহিত যুক্ত থাকে, এবং কিটোনের কার্বন শৃংখলের দুই প্রান্তিক কার্বনের মাঝখানে যে কোন স্থানে -CO- থাকিতে পারে। ইহাদের সক্রিয় গ্রুপের, -CO-, নাম কার্বনিল বা কিটো এবং সমগণীয় পর্যায়ের সাধারণ সংকেত $C_nH_{2n+1}\text{-}O\text{-}C_nH_{2n+1}$ অথবা $C_nH_{2n}O$, সংক্ষেপে R-CO-R′. উভয় অ্যালকিল গ্রুপ এক হইলে কিটোনকে সরল বা প্রতিসম (symmetrical) এবং বিভিন্ন হইলে তাহাকে মিশ্র বা অপ্রতিসম (unsymmetrical) বলা হয়।

টারশিয়ারী অ্যালকোহল, R,R′,R′′C-OH, জারণে ক্ষুদ্রতর কিটোন এবং অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়।

অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সাধারণ আণবিক সংকেত অভিন্ন; ইহারা সমাবয়বী। প্রত্যেক কিটোনের অন্ততঃ একটি সমাবয়বী অ্যালডিহাইড আছে, যথা অ্যাসিটোন, CH_3-CO-CH_3, ও প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড, CH_3-CH_2-CHO. তিন বা ততোধিক কার্বন-বিশিষ্ট যে কোন অ্যালডিহাইডের অন্ততঃ একটি সমাবয়বী কিটোন থাকে; যেমন প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোন। অ্যালডিহাইড ও কিটোন উভয়ের সক্রিয় গ্রুপ কার্বনিল, -CO-; এই জন্য ইহাদের বিক্রিয়ায় যথেষ্ট সাদৃশ্য দেখা যায়। অ্যালডিহাইডে কার্বনিল কার্বনের সহিত হাইড্রোজেন সংযুক্ত থাকায় ইহাদের সক্রিয়তা বেশী এবং বিক্রিয়ার ধরনও কিছুটা স্বতন্ত্র।

নামকরণ: অ্যালডিহাইড জারিত হইয়া যে অ্যাসিডে পরিণত হয়, সাধারণ পদ্ধতিতে ইহার নামকরণ হয় সেই অ্যাসিডের নামানুসারে; অ্যাসিডের নামের শেষ '-ইক' অংশ -'অ্যালডিহাইড' দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। কার্বন শৃংখলে প্রতিস্থাপিত গ্রুপ থাকিলে তাহার অবস্থান α, β, γ প্রভৃতি গ্রীক বর্ণ দ্বারা সূচিত হয়। পক্ষান্তরে IUPAC পদ্ধতিতে মূল অ্যালকেনের নামের সর্বশেষ বর্ণ '-ই'-এর বদলে '-অ্যাল' যোগ করা হয়। দীর্ঘতম কার্বন শৃংখলকে (যাহার সহিত -CHO গ্রুপ যুক্ত রহিয়াছে) মূল অ্যালকেন রূপে গণ্য করিয়া প্রতিস্থাপিত কোন গ্রুপ থাকিলে তাহার অবস্থান সংখ্যা দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। দৃষ্টান্ত:

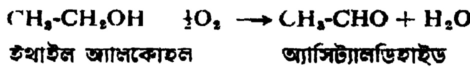
আণবিক সংকেত	জারিত অ্যাসিড	সাধারণ নাম	IUPAC নাম
HCHO	ফরমিক অ্যাসিড	ফরম্যালডিহাইড	মিথান্যাল
CH_3-CHO	অ্যাসিটিক ,,	অ্যাসিট্যালডিহাইড	ইথান্যাল
$CH_3CH(CH_3)CHO$	আইসোবিউটাইরিক	আইসোবিউটাইর‍্যালডিহাইড	2-মিথাইল-প্রোপান্যাল
CH_3-CH_2-$CH(CH_3)CHO$	α-মিথাইল-বিউটাইরিক অ্যাসিড	α-মিথাইল-বিউটাইর‍্যালডিহাইড	2-মিথাইল-বিউটান্যাল

কিটোনের সাধারণ নামকরণ ইথারের অনুরূপ; কার্বনিল গ্রুপ-সংলগ্ন অ্যালকিল গ্রুপ দুইটি বর্ণানুক্রমে উল্লেখ করিয়া কিটোন যোগ করিতে হয়। IUPAC পদ্ধতিতে মূল অ্যালকেনের (দীর্ঘতম কার্বন শৃংখল যাহার সহিত -CO- যুক্ত) নামের সর্বশেষ '-ই'-র স্থানে '-য়োন' যোগ করা হয়। কার্বনিল ও প্রতিস্থাপিত গ্রুপের অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়। যথা:

আণবিক সংকেত	সাধারণ নাম	IUPAC নাম
CH_3-CO-CH_3	ডাইমিথাইল কিটোন	2-প্রোপানোন
CH_3-CO-CH_2-CH_3	ইথাইল মিথাইল ,,	2-বিউটানোন
CH_3-CH_2-CO-CH_2-CH_3	ডাই-ইথাইল ,,	পেনটান-3-য়োন
CH_3-$CH(CH_3)$-CO-CH_3	আইসো প্রোপাইল মিথাইল কিটোন	3-মিথাইল-2-বিউটানোন

অ্যাসিট্যালডিহাইড, CH_3-CHO, কাঁচা আপেলে এবং স্বল্প পরিমাণে আমাদের প্রস্রাবে আছে। সন্ধান প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ হইতে ইথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতির একটি ধাপ অ্যাসিট্যালডিহাইড।

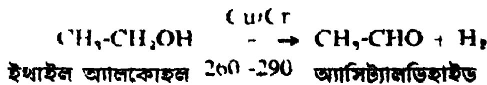
প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ইথাইল অ্যালকোহল হইতে:** পরীক্ষাগারে ইথাইল অ্যালকোহল হইতে অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। পাতন কূপীতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (2() cc) এবং জল (50 cc) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে ইথাইল অ্যালকোহল (40 ᴄᴄ), সোডিয়াম ডাইক্রোমেট (50 g) ও জলের (50 cc) মিশ্রণ যোগ করা হয়। বালি-গাহে পাতন কূপী গরম করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড নির্গত হইতে থাকে। বরফ-জল দিয়া কনডেনসার ঠাণ্ডা রাখা হয়। ইহার প্রান্ত ভাগ অ্যাডাপটার দ্বারা গ্রাহক পাত্রের সহিত যুক্ত। পাত্রটি বরফে ঢাকা থাকে। কয়েক টুকরা পিউমিস মিশাইলে মিশ্রণ নিঃশব্দে ফুটিতে থাকে। অ্যাসিট্যালডিহাইড অবিলম্বে নিষ্ক্রান্ত হয় বলিয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয় না। ইহার সহিত কিছু জল, অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং অবিকৃত ইথাইল অ্যালকোহল থাকে। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা হয়। অশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইডের ইথার দ্রবণে নির্জল অ্যামোনিয়া গ্যাস চালিত করিলে অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়ার স্ফটিক, CH_3-CHO.NH_3, পাওয়া যায়। ইহাকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিয়া বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈয়ার হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2OH + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CHO + H_2O$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

শিল্পে 400°-480° তাপাংকে বায়ু, স্টীম এবং বাষ্পীয় ইথাইল অ্যালকোহল সিলভার জালির উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। উৎপন্ন হাইড্রোজেন প্রধানতঃ জলে জারিত হয়। নিষ্ক্রান্ত গ্যাস শীতল লঘু জলীয় ইথাইল অ্যালকোহলের ভিতর দিয়া চালিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অবিকৃত অ্যালকোহল ইহাতে দ্রবীভূত হয়। আংশিক পাতনে ইহা হইতে অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90% এবং বিশুদ্ধতা 99%। শিল্পোৎপাদনের অপর পদ্ধতিতে 260°-290° তাপাংকে বাষ্পীয় ইথাইল অ্যালকোহল বিজারিত কপার ও 1-5% ক্রোমিয়ামের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। হাইড্রোজেন অণু বিচ্ছিন্ন হয় (ডিহাইড্রোজেনেশন)। উৎপাদনের পরিমাণ 90%।

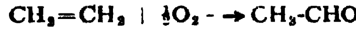


$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow[260^\circ\text{-}290^\circ]{Cu/Cr} CH_3\text{-}CHO + H_2$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

(২) **ইথিলিন হইতে:** পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পের ইথিলিন ও বিশুদ্ধ অক্সিজেন 7 গুণ বায়ুচাপে কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও প্যালাডিয়াম ক্লোরাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। এই বিক্রিয়া তাপ-উদগারী, ঠাণ্ডা করিয়া

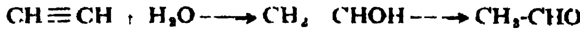
নির্দিষ্ট তাপাংক স্থির রাখা হয়। নিষ্ক্রান্ত গ্যাস জলের ভিতর দিয়া চালিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড দ্রবীভূত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%।



$CH_2=CH_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3\text{-}CHO$

ইথিলিন অ্যাসিট্যালডিহাইড

(৩) অ্যাসিটিলিন হইতে: স্বাভাবিক বায়ুচাপে বিশুদ্ধ (99.5%) অ্যাসিটিলিন 70°-100° তাপাংকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে (20%) মারকিউরিক সালফেটের (1%) উপস্থিতিতে প্রবাহিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। অবিকৃত অ্যাসিটিলিন ও অ্যাসিট্যালডিহাইড ঠাণ্ডা জলে প্রবেশ করে। পাতনে বিশুদ্ধ অ্যালডিহাইড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%।



$CH\equiv CH + H_2O \longrightarrow CH_2{=}CHOH \longrightarrow CH_3\text{-}CHO$

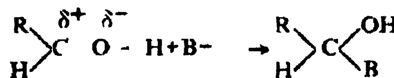
অ্যাসিটিলিন ভিনাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড

ধর্ম: অ্যাসিট্যালডিহাইড অতি উদ্বায়ী, বর্ণহীন, ধূমায়মান তরল (আঃ গুঃ 0·801, স্ফুটনাংক 21°); গন্ধ অতিশয় ঝাঁঝালো। জল, অ্যালকোহল এবং ইথারে ইহা সকল অনুপাতে দ্রবণীয়। বায়ুতে উজ্জ্বল শিখায় জ্বলে কিন্তু বায়ুর মিশ্রণে অগ্নি সংযোগ করিলে বিস্ফোরণ ঘটে।

বিক্রিয়া: কার্বনিল গ্রুপে, $>C=O$, অক্সিজেনের ইলেকট্রন-গ্রাহিতা কার্বন অপেক্ষা অধিক বলিয়া দ্বিবন্ধের চারটি ইলেকট্রন অক্সিজেনের নিকটতর। ফলে কার্বনে ইলেকট্রনের কিছু ঘাটতি এবং অক্সিজেনে ইহার কিছু বাড়তি ঘটে। অর্থাৎ কার্বনিল গ্রুপের এক অংশ পজিটিভ, অপর অংশ নিগেটিভ,



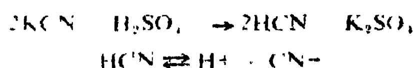
$\overset{\delta+}{C}\ \overset{\delta-}{O}$. অসংপৃক্ত কার্বনিল গ্রুপের π ইলেকট্রন স্বাভাবিক কারণে সিগমা-বন্ধন গঠনে সচেষ্ট। তাই অ্যালডিহাইডের (এবং কিটোনের) প্রধান বিক্রিয়া সংযোজন-ঘটিত। বিকারকের, X^+Y^-, নিগেটিভ অংশ কার্বনের এবং পজিটিভ অংশ অক্সিজেনের সহিত যুক্ত হয় উভয়ের স্বাভাবিক আকর্ষণে। কোন্ অংশ প্রথম যুক্ত হইবে তাহা নির্ভর করে ইহার আণবিক গঠন ও পারিপার্শ্বিক অবস্থার উপর। আয়ন গঠনে সহায়ক দ্রাবক, অনুঘটকরূপে অম্ল ও ক্ষার প্রভৃতি বিক্রিয়ার গতি প্রকৃতি অনেকটা নির্ধারণ করে। অ্যালডিহাইডের সংযোজন-ঘটিত বিক্রিয়া মোটামুটি এই ভাবে প্রকাশ করা চলে:

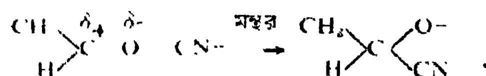


$$\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!>\overset{\delta+}{C}\ \overset{\delta-}{O} - H^+B^- \rightarrow \begin{matrix}R\\H\end{matrix}\!>C<\!\begin{matrix}OH\\B\end{matrix}$$

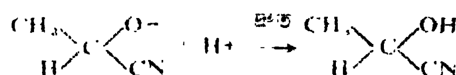
(১) হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড সংযোজন: সাধারণ তাপাংকে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড অ্যাসিট্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণে মিশাইলে অ্যাসিট্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিন উৎপন্ন হয়। ইহা বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 103°) হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড মারাত্মক বিষ, তাই পটাশিয়াম সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশানো

হয়। বিশুদ্ধ হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের (পটাশিয়াম সায়ানাইডের অনুপস্থিতিতে) বিক্রিয়া মন্থর। অতিশয় মৃদু অ্যাসিড বলিয়া জলীয় দ্রবণে সায়ানাইড আয়নের, CN^-, পরিমাণ সামান্য। জৈব সংশ্লেষণে এই বিক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ যেহেতু আর্দ্র-বিশ্লেষে CN^- গ্রুপ সহজে কার্বক্সিলে, $-COOH$, পরিণত হয়।



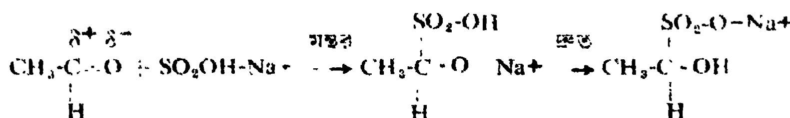


অ্যাসিট্যালডিহাইড



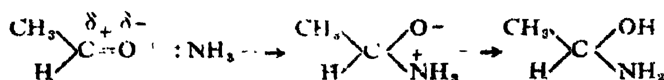
অ্যাসিট্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিন

(২) **সোডিয়াম বাইসালফাইট সংযোজন**: সোডিয়াম বাইসালফাইটের সংপৃক্ত দ্রবণ সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিট্যালডিহাইডের সহিত মিশাইয়া ঝাঁকিলে সাদা স্ফটিকাকার অ্যাসিট্যালডিহাইড সোডিয়াম বাইসালফাইট ধীরে ধীরে দেখা দেয়। ইথারে ইহা অদ্রবণীয় কিন্তু জলে দ্রবণীয়। উষ্ণ অম্ল বা ক্ষারের জলীয় লঘু দ্রবণ ইহা হইতে অ্যাসিট্যালডিহাইড বিযুক্ত করে। প্রায় সকল অ্যালডিহাইড এই ভাবে বাইসালফাইট যৌগ গঠন করে। অ্যালডিহাইড শোধনের ইহা অন্যতম উপায়।



অ্যাসিট্যালডিহাইড সোডিয়াম বাইসালফাইট

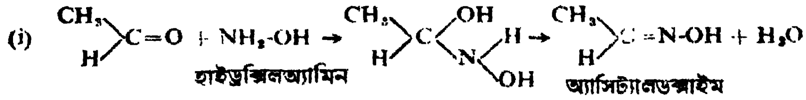
(৩) **অ্যামোনিয়া সংযোজন**: নির্জল অ্যামোনিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডের শীতল ইথার দ্রবণে প্রবাহিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। ইহা সাদা, স্ফটিকাকার এবং জলে দ্রবণীয় (গলনাংক 97°)। উষ্ণ লঘু অম্ল ইহাকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিয়োজিত করে। অ্যালডিহাইড এই ভাবে শোধন করা চলে। ফরম্যালডিহাইড ইহার ব্যতিক্রম; অ্যামোনিয়ার সহিত ইহা হেক্সামিথিলিনটেট্রামিন গঠন করে (পৃঃ ১৪০)।

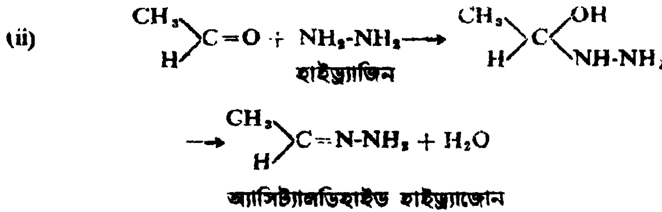


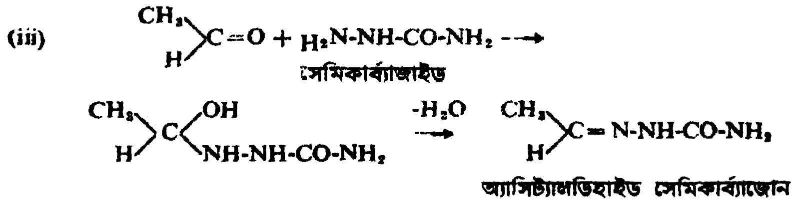
অ্যাসিট্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়া

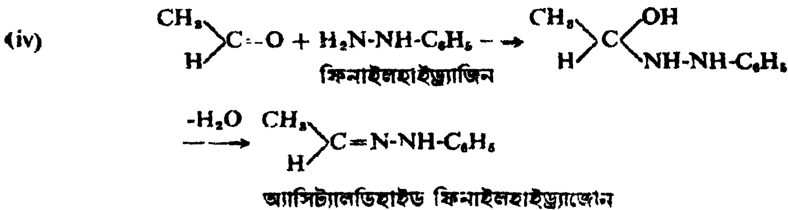
(৪) **অ্যামোনিয়া-উদ্ভূত-যৌগ সংযোজন**: অ্যামোনিয়ার মত ইহার যৌগ যথা হাইড্রক্সিলঅ্যামিন, হাইড্রাজিন, সেমিকার্বাজাইড প্রভৃতিও অনুরূপ ভাবে অ্যাসিট্যাল-

ডিহাইডের সঙ্গে সংযুক্ত হয়; উৎপন্ন যৌগ সাধারণতঃ স্ফটিকাকার; অ্যালডিহাইড শোধন ও শনাক্তকরণে ইহারা সহায়ক।

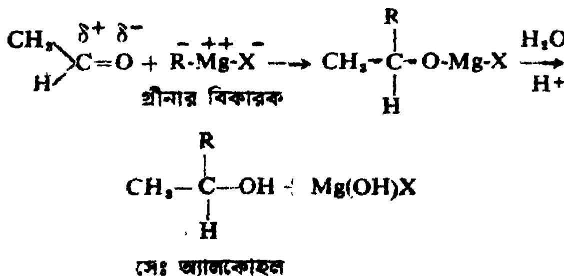








(৫) গ্রীনার বিকারকের সহিত: ইথার দ্রবণে গ্রীনার বিকারকের সহিত অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড সংযোজিত হইয়া অন্তর্বর্তী যৌগ গঠন করে; আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলে বিয়োজিত হয়। ফরম্যালডিহাইড হইতে প্রাইমারী অ্যালকোহল পাওয়া যায়।



(৬) অ্যালকোহল সংযোজন: তীব্র অ্যাসিডের উপস্থিতিতে অ্যাসিট্যালডিহাইড এক

অণু অ্যালকোহলের সহিত সংযোজিত হইয়া হেমিঅ্যাসিট্যাল গঠন করে। ইহা অস্থিতিশীল, আরও এক অণু অ্যালকোহলের সহিত বিক্রিয়ায় স্থিতিশীল অ্যাসিট্যাল উৎপাদন করে, এক অণু জল অপসারিত হয়। বিক্রিয়া উভয়-মুখী; জলীয় অ্যাসিড ইহাকে পুনরায় অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিয়োজিত করে। অ্যাসিট্যাল ক্ষারের সংস্পর্শে অবিকৃত থাকে। কাজেই কোন ক্ষারীয় বিক্রিয়ায় সক্রিয় অ্যালডিহাইডো গ্রুপকে অ্যাসিট্যাল গঠন করিয়া সংরক্ষণ করা চলে। বিক্রিয়ার শেষে ইহাকে অ্যাসিড দ্বারা পুনরায় -CHO গ্রুপে পরিণত করা যায়। নির্জল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস ও অতিরিক্ত ইথানল উত্তপ্ত করিলে ডাই-ইথাইল অ্যাসিটাল (স্ফুটনাংক 104°) উৎপন্ন হয়। ইহার গন্ধ মধুর; দ্রাবকরূপে ব্যবহার আছে।

$$CH_3(H)C{=}O + H^+ \rightleftharpoons CH_3(H)\overset{+}{C}{-}OH \overset{C_2H_5OH}{\rightleftharpoons} CH_3(H)C(OH)(\overset{+}{O}(H){-}C_2H_5) \rightleftharpoons$$

$$CH_3(H)C(OH)(O{-}C_2H_5) + H^+$$

হেমিঅ্যাসিট্যাল

$$CH_3(H)C(OH)(O{-}C_2H_5) + H^+ \rightleftharpoons CH_3(H)C(\overset{+}{O}(H){-}H)(O{-}C_2H_5) \overset{-H_2O}{\rightleftharpoons}$$

$$CH_3(H)\overset{+}{C}{-}O{-}C_2H_5 \overset{C_2H_5OH}{\rightleftharpoons} CH_3(H)C(\overset{+}{O}(H){-}C_2H_5)(O{-}C_2H_5) \rightleftharpoons CH_3(H)C(O{-}C_2H_5)(O{-}C_2H_5) + H^+$$

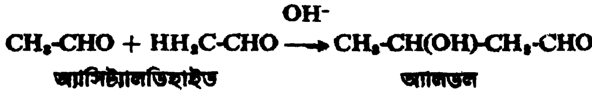
ডাই-ইথাইল অ্যাসিট্যাল

সংক্ষেপে

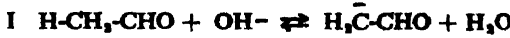
$$CH_3CHO + C_2H_5OH \xrightarrow{HCl} CH_3{-}C(H)(OH){-}O{-}C_2H_5 \xrightarrow[-H_2O]{C_2H_5OH} CH_3{-}C(H)(O{-}C_2H_5){-}O{-}C_2H_5$$

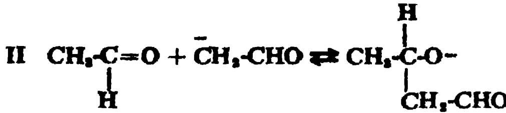
হেমিঅ্যাসিট্যাল অ্যাসিট্যাল

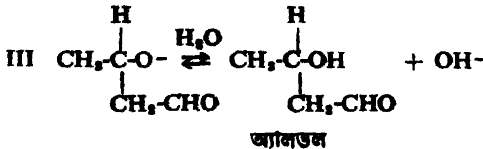
(৭) **অ্যালডল কনডেনসেশন**: অ্যাসিট্যালডিহাইডের হিমশীতল জলীয় দ্রবণে পটাশিয়াম সায়ানাইডের লঘু জলীয় দ্রবণ ধীরে ধীরে মিশাইলে কয়েক ঘণ্টা পর β-হাইড্রক্সিবিউটাইর‍্যালডিহাইড বা অ্যালডল পাওয়া যায়। ইহা বর্ণহীন, গন্ধহীন গাঢ় তরল. (স্ফুটনাংক 83°/20 mm). লঘু খনিজ অ্যাসিড বা জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতেও এই বিক্রিয়া ঘটে কিন্তু গতি মন্থর। জলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড অনুঘটকের ভূমিকা গ্রহণ করে। অ্যালডিহাইডে α-হাইড্রোজেন থাকা চাই; নতুবা এই বিক্রিয়া ঘটে না। পটাশিয়াম সায়ানাইড আর্দ্র-বিশ্লেষে OH^- আয়ন দেয়।



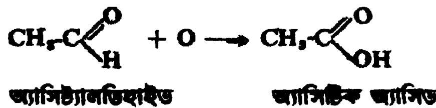
এই বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে:



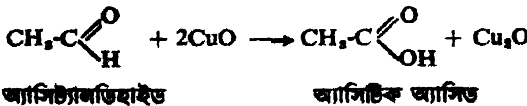




(৮) জারণ: লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড অথবা আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অ্যাসিট্যালডিহাইডকে দ্রুত অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করে। এই সহজ জারণ প্রবণতার জন্য মৃদু জারকের সংস্পর্শে অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড শক্তিশালী বিজারকের ভূমিকা গ্রহণ করে। দৃষ্টান্ত: ফেলিং দ্রবণ ও টোলেঁ (Tollens) বিকারক।

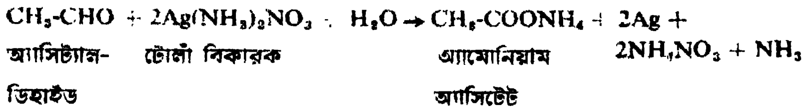


(i) ফেলিং দ্রবণের সহিত: ফেলিং দ্রবণ (5 cc) এবং অ্যাসিট্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ (1-2 cc) ফুটন্ত জল-গাহে গরম করিলে লাল কিউপ্রাস অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। অ্যাসিট্যালডিহাইড যথারীতি অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়। ১নং ফেলিং দ্রবণ জলীয় কিউপ্রিক সালফেট এবং ২নং দ্রবণ সোডিয়াম পটাশিয়াম টারট্রেটের ক্ষারীয় (সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড যোগে) দ্রবণ। ব্যবহারের অব্যবহিত পূর্বে উভয় দ্রবণ সমান আয়তনে মিশানো হয়। ফেলিং দ্রবণ অস্থিতিশীল, তাই এই ব্যবস্থা।



(ii) টোলেঁ বিকারকের সহিত: সিলভার নাইট্রেটের দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা লঘু অ্যামোনিয়া যোগ করিলে ধূসর বর্ণের অতি সূক্ষ্ম অধঃক্ষেপ দেখা দেয়, আরও অ্যামোনিয়া যোগ করিলে ইহা অদৃশ্য হয়। এই বর্ণহীন দ্রবণ টোলেঁ বিকারক নামে পরিচিত। টোলেঁ বিকারকে (5 cc) অ্যাসিট্যালডিহাইডের লঘু দ্রবণ (2-3 ফোঁটা)

মিশাইলেই বিমুক্ত সিলভার দেখা দেয়। টেস্ট-টিউবের নিম্নভাগ আয়নার মত উজ্জ্বল দেখায়। সিলভার নাইট্রেটকে সিলভারে বিজারিত করিতে অ্যাসিট্যালডিহাইড নিজে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়।

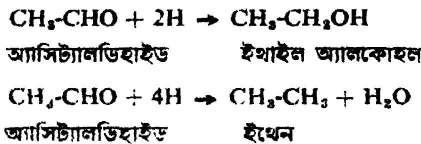


$$CH_3\text{-}CHO + 2Ag(NH_3)_2NO_3 + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}COONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3 + NH_3$$

অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড   টোলাঁ বিকারক   অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট

(iii) **সিফ বিকারকের সহিত** : মেজেন্টা বা ফুকসিনের জলীয় দ্রবণে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে ইহার বেগুনী রং অদৃশ্য হয়। এই বিরঞ্জিত দ্রবণের নাম সিফ বিকারক। সিফ বিকারকে (5 cc) কয়েক ফোঁটা অ্যাসিট্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ মিশাইলে মেজেন্টার গাঢ় লাল রং ফিরিয়া আসে। মৃদু ক্ষারের বিক্রিয়াও অনুরূপ, কাজেই ইহা অ্যালডিহাইডের উপস্থিতি সূচিত করে মাত্র, প্রমাণিত করে না।

(৯) **বিজারণ** : অ্যাসিট্যালডিহাইডকে জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) কিংবা র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন সাধারণ তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। অ্যাসিট্যালডিহাইড, জিংক অ্যামালগাম চূর্ণ এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে ফুটাইলে ইথেন উৎপন্ন হয়।



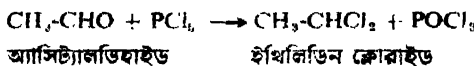
$$CH_3\text{-}CHO + 2H \rightarrow CH_3\text{-}CH_2OH$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড   ইথাইল অ্যালকোহল

$$CH_3\text{-}CHO + 4H \rightarrow CH_3\text{-}CH_3 + H_2O$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড   ইথেন

(১০) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত** : সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিট্যালডিহাইড ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ইথিলিডিন ক্লোরাইড পাওয়া যায়; প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। কিন্তু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয় না। ইথিলিডিন ক্লোরাইড বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 60°)।



$$CH_3\text{-}CHO + PCl_5 \longrightarrow CH_3\text{-}CHCl_2 + POCl_3$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড   ইথিলিডিন ক্লোরাইড

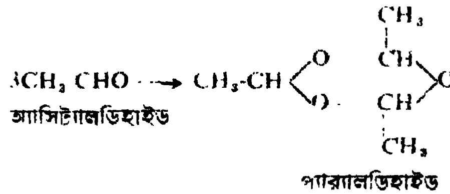
(১১) **ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সহিত** : ক্লোরিন অ্যাসিট্যালডিহাইডের মিথাইল (অর্থাৎ α-) হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিট্যালডিহাইড বা ক্লোরাল উৎপাদন করে। নির্জল ইথাইল অ্যালকোহলে 5°-10° তাপাংকে নির্জল ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হয়; প্রথম ধাপে ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইডে জারিত হয়; পরে অ্যাসিট্যালডিহাইড ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় 60° তাপাংকে ক্লোরাল দিয়ে।



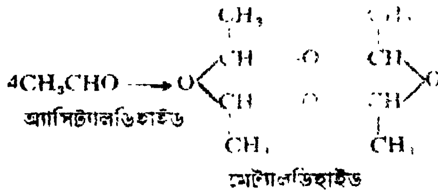
$$CH_3\text{-}CHO + 3Cl_2 \longrightarrow CCl_3\text{-}CHO + 3HCl$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড   ক্লোরাল

(১২) **পলিমার গঠন:** অ্যালডল অ্যাসিট্যালডিহাইডের ডাইমার (dimer); তিন- ও চার-অণু-বিশিষ্ট পলিমার, প্যার্যালডিহাইড ও মেট্যালডিহাইড, যুক্ত-শৃংখল। নির্জল অ্যাসিট্যালডিহাইডে কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে প্যার্যাল-ডিহাইড উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া তাপ-উদ্‌গারী, উগ্র আকার ধারণ করিতে পারে। অনার্দ্র ক্যালশিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতেও এই বিক্রিয়া ঘটে। প্যার্যালডিহাইড সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 124°); ইহা বিস্বাদ, জলে প্রায় অদ্রবণীয়; অ্যাসিট্যাল-ডিহাইডের সাধারণ কোন বিক্রিয়ায় ইহা অংশ গ্রহণ করে না। ইহা ঘুমের ঔষধ। উত্তপ্ত, লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে পুনরায় অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিয়োজিত করে।



অনধিক 0° তাপাংকে নির্জল অ্যাসিট্যালডিহাইডের ভিতর নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড চালিত করিলে মেট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড বা গাঢ় সাল-ফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতেও এই বিক্রিয়া ঘটে। ইহার স্ফটিক 112° তাপাংকে ঊর্ধ্বপাতিত হয়। গরম লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিয়োজিত করে। মেট্যালডিহাইড শামুক ধ্বংস করে। ক্যাম্পে জ্বালানি হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়; তাই নাম মেটা ফুয়েল। ইহা বিজারক নয়; অ্যালডিহাইডের সক্রিয়তা ইহাতে অনুপস্থিত।



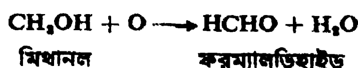
ব্যবহার: (i) শিল্পে অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রধানতঃ অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়। (ii) ক্লোরাল, অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড, নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল প্রভৃতি গুরুত্ব-পূর্ণ রাসায়নিক দ্রব্য অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে উৎপন্ন হয়। (iii) রঞ্জক উৎপাদনে ইহা আবশ্যক।

আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিট্যালডিহাইডের আণবিক সংকেত C_2H_4O. (ii) ইহাতে কোন হাইড্রক্সিল গ্রুপ নাই; ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় না। (iii) ইথাইল অ্যালকোহল জারিত করিলে অ্যাসিট্যাল-

ডিহাইড পাওয়া যায়; ইথাইল অ্যালকোহলে কার্বন সরাসরি যুক্ত রহিয়াছে। অতএব ইহার কার্বন পরমাণু সরাসরি যুক্ত। অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয় যাহাতে একটি মিথাইল গ্রুপ আছে। সুতরাং অ্যাসিট্যালডিহাইডেও একটি মিথাইল গ্রুপ আছে। (iv) অ্যামোনিয়া, হাইড্রোজেন সায়ানাইড প্রভৃতির সহিত অ্যাসিট্যালডিহাইড সংযোজন যৌগ গঠন করে। ইহা অসংপৃক্ত, কিন্তু ইথিলিনের সহিত ইহার কোন সাদৃশ্য নাই। ইহার দ্বিবন্ধ কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে, কার্বনিল গ্রুপে, $>C=O$. অতএব কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় অ্যাসিট্যালডিহাইডের আণবিক গঠন $CH_3\text{-}C\genfrac{}{}{0pt}{}{\nearrow O}{\searrow H}$. অপর দুইটি সম্ভাব্য আণবিক গঠন, $CH_2=CH(OH)$, এবং $\underset{\diagdown O \diagup}{CH_2\text{-}CH_2}$, ভিনাইল অ্যালকোহল ও ইথিলিন অক্সাইডের।

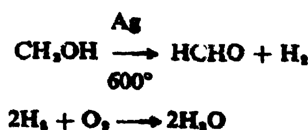
ফরম্যালডিহাইড, HCHO, গঠনে সরলতম এবং শিল্পে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ (আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে প্রতি বৎসর প্রায় ৩০০ কোটি পাউণ্ড ফরম্যালিন উৎপন্ন হয়)। উদ্ভিদ কোষে ক্লোরোফিলের সঙ্গে সামান্য ফরম্যালডিহাইড পাওয়া যায়। বিজ্ঞানীরা মনে করেন ইহা ধাপে ধাপে শর্করা ও সেলুলোজে রূপান্তরিত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **মিথানল হইতে:** শিল্পে-উন্নত দেশে অধিকাংশ ফরম্যালডিহাইড মিথানল হইতে উৎপন্ন হয়। মিথানলের উৎস প্রাকৃতিক গ্যাস। সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও মাঝামাঝি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা মিথানল জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে ফরম্যালডিহাইড তৈয়ার করা যাইতে পারে:



$$\underset{\text{মিথানল}}{CH_3OH} + O \longrightarrow \underset{\text{ফরম্যালডিহাইড}}{HCHO} + H_2O$$

শিল্পে জারক বায়ু এবং অনুঘটক। সিলভার কিংবা কপার কণিকার অগভীর স্তরের উপর দিয়া 450°-600° তাপাংকে বাষ্পীয় মিথানল-সমৃদ্ধ বায়ু ক্ষণিকের জন্য (প্রায় 0.01 সেকেণ্ড) প্রবাহিত করিলে ফরম্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন জল কিংবা অম্বুর আকারে নিষ্ক্রান্ত হয়। উৎপন্ন গ্যাস মিশ্রণ ঠাণ্ডা করিলে স্টীম জলে পরিণত হয়। ইহাতে ফরম্যালডিহাইড ও অবিকৃত মিথানল দ্রবীভূত হয়। আংশিক পাতনে পৃথক করিয়া মিথানল পুনরায় ব্যবহৃত হয় এবং ফরম্যালিন (37% ফরম্যাল-ডিহাইড) সরাসরি কারখানায় চলিয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90%. ইহার সহিত প্রায় 8% মিথানল মিশ্রিত থাকে; ইহা ফরম্যালডিহাইডের পলিমার গঠন ব্যাহত করে।



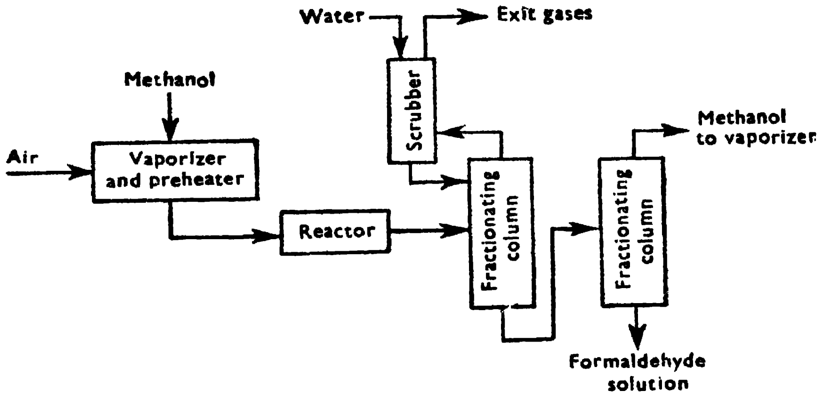
$$CH_3OH \xrightarrow[600^\circ]{Ag} HCHO + H_2$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

জারণ পদ্ধতিতে বায়ু-সমৃদ্ধ বাষ্পীয় মিথানল ধাতব অক্সাইড অনুঘটকের (যথা $Fe_2O_3 + MoO_3$) উপর দিয়া চালিত করা হয়; উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 85%.



$$CH_3OH + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow HCHO + H_2O$$



২১খ নং চিত্র। ফরম্যালডিহাইড উৎপাদন, শিল্পে।

(২) **প্রাকৃতিক গ্যাস হইতে:** মিথেন-সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক গ্যাস এবং বায়ু (অথবা অক্সিজেন) 7-20 গুণ বায়ুচাপে 450° তাপাংকে অনুঘটকের (যথা ধাতব অক্সাইড এবং অ্যালুমিনিয়াম ফসফেট) উপর দিয়া চালিত করিয়া শিল্পে ফরম্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। উৎপন্ন গ্যাসীয় মিশ্রণ দ্রুত শীতল করিয়া ফরম্যালডিহাইড (প্রায় 23%), মিথানল (35%) এবং অ্যাসিট্যালডিহাইড (6%) পাওয়া যায়। আংশিক পাতনে ফরম্যাল-ডিহাইড পৃথক করা হয়।



$$CH_4 + O_2 \longrightarrow HCHO + H_2O$$

ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে ফরম্যালডিহাইড গ্যাসীয়; গন্ধ অতিশয় ঝাঁঝালো। তরলীকৃত ফরম্যালডিহাইড জল অপেক্ষা লঘুতর (স্ফুটনাংক -19°; আঃ গুঃ 0.825)। ইহা জলে অতি দ্রবণীয়; সংপৃক্ত দ্রবণ (37%, ওজন-ভিত্তিক) বাণিজ্য জগতে 'ফর-ম্যালিন' নামে পরিচিত। ফরম্যালডিহাইড শক্তিশালী জীবাণুনাশক; প্রোটিন দ্রবণ ইহার সংস্পর্শে জমাট বাঁধে। ইহার বিক্রিয়া মোটামুটি অ্যাসিট্যালডিহাইডের অনুরূপ; ফরম্যালডিহাইডের নিজস্ব বিক্রিয়া নিচে বিবৃত হইল।

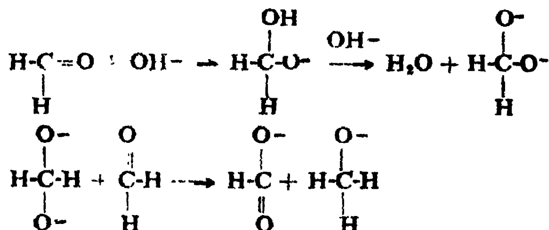
(১) **ক্যানিজারো বিক্রিয়া:** সাধারণ তাপাংকে ফরম্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ ও গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণ জোরে ঝাঁকিলে মিথাইল অ্যালকোহল ও ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। জারণ ও বিজারণ এক সঙ্গে ঘটে; এক অণু জারিত হয় ফরমিক অ্যাসিডে, অপর অণু বিজারিত হয় মিথাইল অ্যালকোহলে (ক্যানিজারো বিক্রিয়া, Cannizzaro reaction). যে সকল অ্যালডিহাইডের α-কার্বন পরমাণুর সহিত

কোন হাইড্রোজেন যুক্ত নাই, কেবল তাহারাই এই বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে, যথা বেনজ্যালডিহাইড, C_6H_5-CHO.

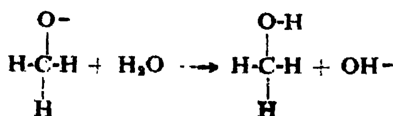


ফরম্যালডিহাইড মিথাইল অ্যালকোহল সোডিয়াম ফরমেট

বিক্রিয়ার ধাপ্ গুলি এই রূপ :



ফরমেট আয়ন মিথোক্সি আয়ন

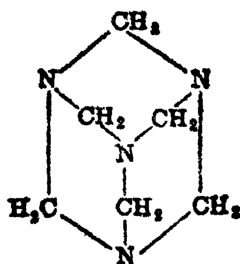


মিথানল

(ii) **অ্যামোনিয়ার সহিত :** ফুটন্ত জল-গাহে ফরম্যালিন এবং গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ (1:1) গরম করিলে হেক্সামিথিলিনটেট্র্যামিন বা হেক্স্যামিন (গলনাংক 260°) উৎপন্ন হয়। ইহা যুক্ত-শৃংখল যৌগ; জলে অতি দ্রবণীয়। ইহা বাতরোগে ও মূত্রাশয়ের পীড়ায় ব্যবহৃত হয় ইয়োরোট্রোপিন নামে। প্রবল বিস্ফোরক সাইক্লোনাইট ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। ট্রাইনাইট্রোটলুয়িন ও সাইক্লোনাইট মিশাইয়া সন্ত্রাসবাদীদের প্লাস্টিক বোমা তৈয়ার হয়।



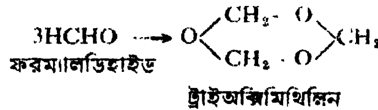
ফরম্যালডিহাইড হেক্স্যামিন



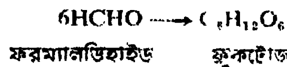
হেক্স্যামিন

(iii) **পলিমার গঠন :** অন্য যৌগের সহিত ফরম্যালডিহাইড একাধিক মিশ্র পলিমার গঠন করে; যথা ফিনল-ফরম্যালডিহাইড (বা ব্যাকেলাইট), ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড ইত্যাদি। ইহার তিনটি অমিশ্র পলিমার : (১) প্যারাফরম্যালডিহাইড, $(HCHO)_n$, ($n = 20$ কম বেশী), অর্থাৎ $(-CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}O\text{-})_n$, ফুটন্ত জল-গাহে ফরম্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ নির্জল করিলে উৎপন্ন হয়। ইহা অনিয়তাকার (amorphous), সাদা কঠিন (গলনাংক 121°), উত্তাপে ইহা ফরম্যালডিহাইডে বিয়োজিত হয়। ইহা

ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে। (২) **ট্রাইঅক্সিমিথিলিন** বা মেটাফরম্যালডিহাইড, $(HCHO)_3$: ফরম্যালডিহাইডের গাঢ় দ্রবণ (60%) এবং সামান্য গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (2%) জল-গাহে গরম করিলে পাওয়া যায়। গন্ধ কর্পূরের মত, স্ফটিকাকার (গলনাংক 62°), আণবিক গঠন যুক্ত-শৃংখল। ইহা জলে দ্রবণীয় কিন্তু বিজারণ গুণহীন। গ্যাসীয় ফরম্যালডিহাইড দীর্ঘকাল সাধারণ তাপাংকে মজুত করিলেও ট্রাইঅক্সিমিথিলিন উৎপন্ন হয়।



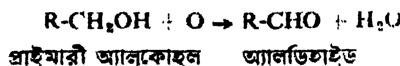
(৩) **ফরমোজ,** $(HCHO)_6$: জলীয় কলিচুন ও ফরম্যালডিহাইড সাধারণ তাপাংকে কিছু দিন পর কয়েকটি শর্করা মিশ্রণে (ফরমোজ) রূপান্তরিত হয়। ফ্রুকটোজ, $C_6H_{12}O_6$, ইহাদের অন্যতম।



ব্যবহার : (i) কৃত্রিম প্লাস্টিক উৎপাদনে ফরম্যালডিহাইডের অধিকাংশ (প্রায় 75%) নিয়োজিত হয়। (ii) ফরম্যালিন অতি কার্যকরী জীবাণুনাশক। (iii) হেক্সামিন, সাইক্লোনাইট প্রভৃতি ফরম্যালডিহাইড হইতে তৈয়ার হয়। (iv) ডেলরিন (Delrin) নামক কৃত্রিম আঁশ ফরম্যালডিহাইডের পলিমার।

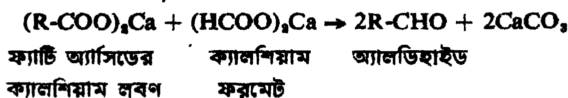
শনাক্তকরণ : (i) জলীয় ফিনাইলহাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইড (1%, 2 cc) এবং পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইডের (5%, 1 cc) সহিত কয়েক ফোঁটা অতি লঘু জলীয় ফরম্যালডিহাইড মিশাইয়া গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ করিলে গোলাপী-লাল রং দেখা দেয়। ইহা ফরম্যালডিহাইডের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য। (ii) ফরম্যালডিহাইডের লঘু জলীয় দ্রবণ, জলীয় ফিনাইলহাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইড ও সদ্য-প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ (প্রত্যেকটি 1 cc) লইয়া তাহাতে যথেষ্ট কস্টিক সোডা দ্রবণ মিশাইলে, মিশ্রণ গাঢ় নীল হয়। (iii) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে ফেরিক ক্লোরাইডের দ্রবণে ফরম্যালডিহাইড মিশাইলে বেগুনী রং দেখা দেয়।

সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী : (১) **প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে :** প্রাইমারী অ্যালকোহল জারণের প্রথম ধাপে অনুরূপ অ্যালডিহাইডে রূপান্তরিত হয়। ফুটন্ত সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড, কিংবা সিলভার অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ু 550°-600° তাপাংকে এই জারণ ঘটায়।



(২) **ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে :** ক্যালশিয়াম ফরমেটের সহিত অপর কোন ফ্যাটি

অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ নির্জল অবস্থায় পাতন করিলে অনুরূপ অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। কেবল ক্যালশিয়াম ফরমেট পাতন করিলে ফরম্যালডিহাইড পাওয়া যায়।



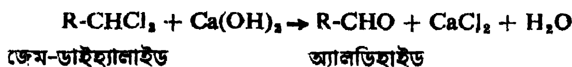
$$(R\text{-}COO)_2Ca + (HCOO)_2Ca \rightarrow 2R\text{-}CHO + 2CaCO_3$$

ফ্যাটি অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ — ক্যালশিয়াম ফরমেট — অ্যালডিহাইড



$$(HCOO)_2Ca \longrightarrow HCHO + CaCO_3$$

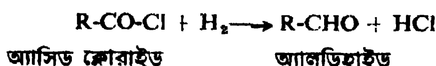
(৩) **জেম-ডাইহ্যালাইড হইতে:** যে সকল অ্যালকিল ডাইহ্যালাইডে উভয় হ্যালোজেন পরমাণু একই কার্বনের সহিত যুক্ত যথা $R\text{-}CHX_2$ (ইহাদিগকে জেম-ডাইহ্যালাইড বলে), মৃদু ক্ষারের জলীয় দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে তাহারা অনুরূপ অ্যালডিহাইডে পরিণত হয়। তীব্র ক্ষার অ্যালডল কনডেনসেশন ঘটায়। ইহার ব্যবহারিক মূল্য নগণ্য কারণ অ্যালডিহাইড হইতেই এই ধরনের ডাইহ্যালাইড সাধারণতঃ তৈয়ার হয়।



$$R\text{-}CHCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow R\text{-}CHO + CaCl_2 + H_2O$$

জেম-ডাইহ্যালাইড — অ্যালডিহাইড

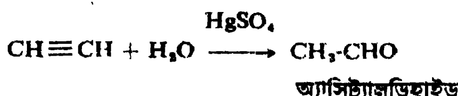
(৪) **অ্যাসিড ক্লোরাইড হইতে:** জাইলিন দ্রবণে অ্যাসিড ক্লোরাইড হাইড্রোজেন দ্বারা আংশিক বিজারণে অ্যালডিহাইডে রূপান্তরিত হয়। প্যালাডিয়াম অনুঘটকের সহিত বেরিয়াম সালফেট মিশাইলে ইহা বিষাক্ত হয়; ইহার উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন অ্যাসিড ক্লোরাইডকে অ্যালডিহাইড পর্যন্ত বিজারিত করে (অ্যালকোহলে নয়)।



$$R\text{-}CO\text{-}Cl + H_2 \longrightarrow R\text{-}CHO + HCl$$

অ্যাসিড ক্লোরাইড — অ্যালডিহাইড

(৫) **অ্যালকাইন হইতে:** অধস্তন অ্যালকাইন অনুঘটকের উপস্থিতিতে জল সংযোজন করিয়া অ্যালডিহাইডে পরিণত হয়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিন অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপাদন করে।



$$CH{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{HgSO_4} CH_3\text{-}CHO$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড

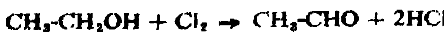
সাধারণ ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে ফরম্যালডিহাইড (এবং গ্রীষ্মপ্রধান দেশে অ্যাসিট্যালডিহাইডও) গ্যাসীয়; অ্যালডিহাইডসমূহ বর্ণহীন, উদ্বায়ী ও প্রশম; জল অপেক্ষা হালকা। উর্ধ্বতন অ্যালডিহাইড কঠিন পদার্থ। ফরম্যালডিহাইড ও অ্যাসিট্যালডিহাইড জলে অতি দ্রবণীয়; আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে অ্যালডিহাইডের জলে দ্রবণীয়তা দ্রুত হ্রাস পায়। সকল অ্যালডিহাইড অ্যালকোহল, ইথার ও অন্যান্য সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়। অধস্তন অ্যালডিহাইডদের গন্ধ ঝাঁঝালো; মধ্যবর্তীদের গন্ধ মনোরম এবং উর্ধ্বতনদের গন্ধ নাই। ইহাদের রাসায়নিক প্রকৃতি ও বিক্রিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডের

অনুরূপ কিন্তু গঠন-বৈচিত্র্যের জন্য ফরম্যালডিহাইড কিছুটা স্বতন্ত্র। যে কোন অ্যালডিহাইডের স্ফুটনাংক তুলনীয় আণবিক ওজনের অ্যালকোহল অপেক্ষা কম কিন্তু অ্যালকেন অপেক্ষা বেশী। ইহার কারণ অ্যালডিহাইডে হাইড্রক্সিল গ্রুপ না থাকায় হাইড্রোজেন বন্ধন সম্ভব নয়; তাই অ্যালকোহলের মত ইহার অণুসমূহ সংযোজিত হইতে পারে না। কিন্তু কার্বনিল গ্রুপের কার্বন ও অক্সিজেন আংশিক পজিটিভ ও নিগেটিভ চার্জ বহন করে বলিয়া ইহাতে ইলেকট্রিক ডাইপোলের (dipole) সৃষ্টি হয়। অণুতে অণুতে আকর্ষণের ফলে ইহাদের কিছু সংযোজন ঘটে (যাহা অ্যালকেনে সম্ভব নয়)। নিচের তালিকায় আণবিক ওজন ও স্ফুটনাংক আণবিক সংকেতের সঙ্গে দেওয়া হইল।

অ্যালকোহল	অ্যালডিহাইড	অ্যালকেন
CH_3OH (32, 64.5°)	$HCHO$ (30, -21°)	C_2H_6 (30, -89°)
C_2H_5OH (46, 78.5°)	CH_3-CHO (44, 21°)	n-C_3H_8 (44, -45°)
n-C_3H_7OH (60, 97°)	C_2H_5-CHO (58, 49°)	n-C_4H_{10} (58, 0.6°)
n-C_4H_9OH (74, 117°)	n-C_3H_7-CHO (72, 73°)	n-C_5H_{12} (72, 36°)

[illegible] CCl_3CHO: [illegible]

সংপৃক্ত না হওয়া পর্যন্ত নির্জল ক্লোরিন গ্যাস চালিত ও 60° তাপাংকে কয়েক ঘণ্টা গরম করিয়া ক্লোরাল তৈয়ার হয়। ক্লোরিন অ্যালকোহলকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে জারিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডের মিথাইল হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে। ক্লোরাল উদ্বৃত্ত ইথাইল অ্যালকোহলের সহিত ক্লোরাল অ্যাসিট্যাল গঠন করে। ইহাকে 85% সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিলে ক্লোরাল পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CH_2OH + Cl_2 \rightarrow CH_3\text{-}CHO + 2HCl$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড



$$CH_3\text{-}CHO + 3Cl_2 \rightarrow CCl_3\text{-}CHO + 3HCl$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড ক্লোরাল

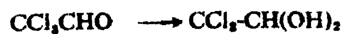


$$CCl_3\text{-}CHO + 2C_2H_5OH \rightarrow CCl_3\text{-}CH(OC_2H_5)_2 + H_2O$$

ক্লোরাল ক্লোরাল অ্যাসিট্যাল



$$\downarrow H_2SO_4 \quad H_2O$$



$$CCl_3CHO \longrightarrow CCl_3\text{-}CH(OH)_2$$

ক্লোরাল ক্লোরাল হাইড্রেট

ক্লোরাল তৈলাকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 97°), গন্ধ ঝাঁঝালো। ওজনের $\frac{1}{8}$ জলের সহিত ক্লোরাল স্ফটিকাকার ক্লোরাল হাইড্রেট, $CCl_3CH(OH)_2$, (গলনাংক 57°), গঠন করে। ইহা বিস্বাদ এবং জলে দ্রবণীয়। একই কার্বনের সহিত দুইটি হাইড্রক্সিল

গ্রুপ যুক্ত থাকা সত্ত্বেও ইহা স্থিতিশীল। α-কার্বনের শক্তিশালী ইলেকট্রন-আকর্ষী তিন ক্লোরিন পরমাণু পার্শ্ববর্তী কার্বনের হাইড্রক্সিল গ্রুপকে জল হইয়া নিষ্ক্রান্ত হইতে দেয় না। ক্লোরাল ঘুমের ঔষধ। কীটনাশক D.D.T. তৈয়ার করিতে ক্লোরাল প্রয়োজন।

অ্যালডিহাইড, $C_nH_{2n+1}CHO$

নাম	আণবিক সংকেত	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
ফরম্যালডিহাইড	$HCHO$	-21	0.815(-20°)
অ্যাসিট্যালডিহাইড	CH_3-CHO	21	0.790
প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড	C_2H_5-CHO	49	0.807
নঃ বিউটাইর‍্যালডিহাইড	C_3H_7-CHO	73	0.817
নঃ ভ্যালের‍্যালডিহাইড	C_4H_9-CHO	102	0.819
নঃ ক্যাপ্রোয়্যালডিহাইড	C_5H_{11}-CHO	128	0.834

অ্যাসিটোন, ডাইমিথাইল কিটোন, CH_3-CO-CH_3, আণবিক গঠনে সরলতম এবং বাণিজ্যিক গুরুত্বে প্রধানতম। স্বাভাবিক অবস্থায় আমাদের রক্তে ও মূত্রে ইহার পরিমাণ সামান্য। কিন্তু বহুমূত্র রোগীর ক্ষেত্রে স্বাভাবিকের বহুগুণ হইতে পারে। পাইরো-লিগনিয়াস অ্যাসিডের ইহা গৌণ উপাদান (0.5%)। কিউমিন পদ্ধতিতে ফিনল উৎপাদনের উপজাত দ্রব্য অ্যাসিটোন।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল হইতে: আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলকে (70 cc) সোডিয়াম ডাইক্রোমেট (50 g + 50 cc জল) ও সালফিউরিক অ্যাসিড (20 cc গাঢ় অ্যাসিড + 50 cc জল) দ্বারা ফুটন্ত অবস্থায় জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন প্রস্তুত হয়। ইহা ইথাইল অ্যালকোহল হইতে অ্যাসিট্যাল-ডিহাইড তৈয়ারীর অনুরূপ; গ্রাহক-পাত্র বরফাবৃত করা নিষ্প্রয়োজন। আংশিক পাতন দ্বারা প্রায় বিশুদ্ধ অ্যাসিটোন মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ সন্তোষজনক।



$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3 + O \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2O$$

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন

পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল (প্রোপিলিনের সহিত জল সংযোজিত করিয়া প্রস্তুত) বাষ্পাকারে 3-4 গুণ বায়ুচাপে 400° তাপাংকে সূক্ষ্ম কপার কণিকার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিটোন উৎপন্ন হয়। এক অণু অ্যালকোহল হইতে এই ভাবে এক অণু হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয় (ডিহাইড্রোজেনেশন)। বিক্রিয়ার গ্যাস শীতল জলের ভিতর সঞ্চালিত হয়। আংশিক পাতন দ্বারা জল-মিশ্রিত অ্যাসিটোন এবং উদ্বৃত্ত আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল পৃথক করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%, বিশুদ্ধতা অতি উচ্চ।



$$CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2$$

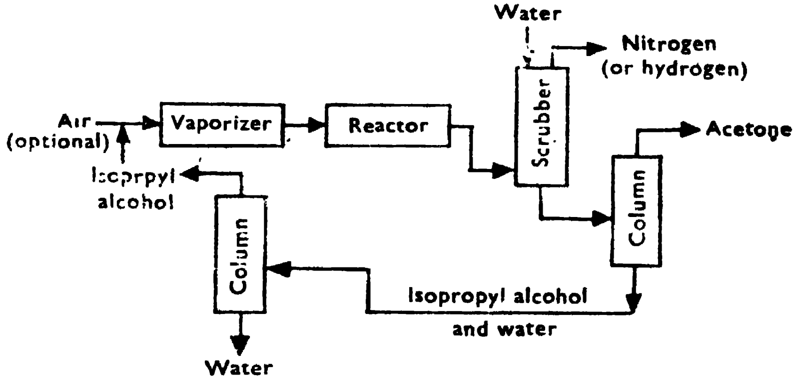
আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন

অপর শিল্পোৎপাদন পদ্ধতিতে আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল-সংপৃক্ত বায়ু 500° তাপাংকে সিলভার অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। নির্গত গ্যাস যথারীতি শীতল জলে বিশোষণ করিয়া অ্যাসিটোন উদ্ধার করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90%.



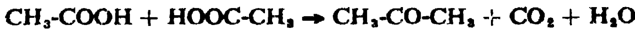
$$CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2O$$

আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটোন



২২ নং চিত্র। অ্যাসিটোন উৎপাদন, শিল্পে।

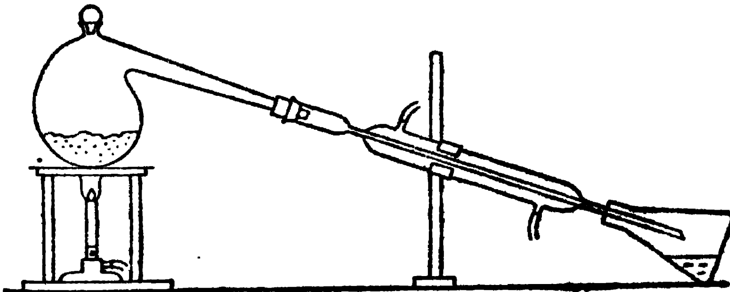
(২) **অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে :** পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পে ইথিলিন হইতে প্রচুর অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়; ইহার কিছু অংশ অ্যাসিটোনে রূপান্তরিত করা হয়। 400° তাপাংকে অ্যালুমিনার, Al_2O_3, উপর দিয়া বাষ্পাকারে অ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রবাহিত করিলে অ্যাসিটোন পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%.



$$CH_3\text{-}COOH + HOOC\text{-}CH_3 \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CO_2 + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যাসিটোন

(৩) **ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট হইতে :** নির্জল ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট (50 g) রিটোর্টে পাতন করিয়া পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন প্রস্তুত করা চলে (২২ক নং চিত্র)। উৎপাদনের



২২ক নং চিত্র। অ্যাসিটোন প্রস্তুতি।

পরিমাণ সামান্য, বিশুদ্ধতাও যথেষ্ট নয়। সোডিয়াম বাইসালফাইটের সংপৃক্ত দ্রবণ ও অশোধিত অ্যাসিটোন সাধারণ তাপাংকে ঝাঁকিলে, অ্যাসিটোন সোডিয়াম বাইসালফাইটের স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়। সোডিয়াম কার্বনেটের জলীয় দ্রবণসহ পাতন করিলে ইহা অ্যাসিটোনে বিয়োজিত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া পুনরায় পাতনে বিশুদ্ধ অ্যাসিটোন মিলে।



$$(CH_3\text{-}COO)_2Ca \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CaCO_3$$

ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটোন

(৪) **অ্যাসিটিলিন হইতে:** শিল্পে অ্যাসিটিলিন গ্যাস (সুলভ হইলে) ও স্টীম 350° তাপাংকে ফেরিক অক্সাইড ও জিংক অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিটোন তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%. সম্ভবতঃ অ্যাসিট্যালডিহাইড এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রথমে উৎপন্ন হইয়া পরে অ্যাসিটোনে পরিণত হয়।



$$2CH \equiv CH + 3H_2O \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CO_2 + 2H_2$$

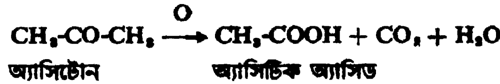
অ্যাসিটিলিন অ্যাসিটোন

(৫) **শ্বেতসার হইতে:** বীজাণুমুক্ত চিটাগুড়ের জলীয় দ্রবণ (চিনির পরিমাণ 5-7%) 30°-35° তাপাংকে ভাইজমান (Weizmann, ইজরাইলী বিজ্ঞানী) আবিষ্কৃত সন্ধান অনুঘটকের উপস্থিতিতে 36-48 ঘন্টায় অ্যাসিটোনে রূপান্তরিত করা হয়। ইহার সঙ্গে যথেষ্ট নঃ বিউটানল ও সামান্য ইথানল উৎপন্ন হয়। অনুঘটকের খাদ্য হিসাবে অ্যামোনিয়ার লবণ (যথা ফসফেট) মিশানো দরকার। আংশিক পাতন দ্বারা অ্যাসিটোন পৃথক করা চলে। বাণিজ্যিক উৎপাদনের সামান্য অংশ (প্রায় 2%) শ্বেতসার হইতে আসে।

ধর্ম: অ্যাসিটোন বর্ণহীন, উদ্বায়ী, সহজ-দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 56°; আঃ গুঃ 0.797). বায়ুতে ইহা নীলাভ শিখায় জ্বলে। ইহার গন্ধ মনোরম, স্বাদ প্রদাহী। জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত অ্যাসিটোন সকল অনুপাতে দ্রবণীয়।

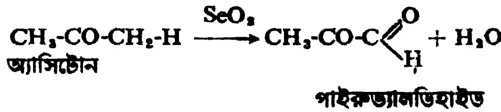
বিক্রিয়া: অ্যাসিটোন অণুর কার্বনিল-কার্বন-সংলগ্ন দুই অ্যালকিল গ্রুপ কোভ্যালেন্ট বন্ধনের ইলেকট্রন কার্বনের দিকে ঠেলিয়া দেয়। ফলে ইহার আংশিক পজিটিভ চার্জ হ্রাস পায়, এবং নিউক্লিয়াস-কামী বিকারককে অ্যালডিহাইডের মত জোরে আকৃষ্ট করিতে পারে না। কিটোন তুলনীয় অ্যালডিহাইড হইতে কম সক্রিয়।

(১) **জারণ:** মৃদু জারক যেমন টোলেঁ বিকারক এবং ফেলিং দ্রবণ অ্যাসিটোনকে জারিত করে না। কিটোনের জারণে মজবুত C-C বন্ধন ভাঙিতে হয় বলিয়া তীব্র জারক আবশ্যক। আম্লিক পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট, পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট বা গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড উত্তপ্ত অবস্থায় অ্যাসিটোনকে অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত করে। জারণে সাধারণতঃ α-হাইড্রোজেন আক্রান্ত হয়; স্বল্পতর-হাইড্রোজেন-বিশিষ্ট α-কার্বনের বন্ধন সর্বপ্রথম বিচ্ছিন্ন হয়।

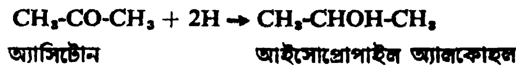

$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$
অ্যাসিটোন অ্যাসিটিক অ্যাসিড


$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH + HOOC\text{-}CH_3$$

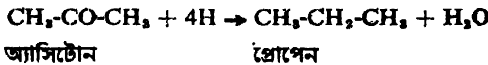
সেলেনিয়াম ডাইক্সাইডের বৈশিষ্ট্য ইহা গরম অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে কিটোনের α-মিথিলিন গ্রুপকে কার্বনিল গ্রুপে জারিত করে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}H \xrightarrow{SeO_2} CH_3\text{-}CO\text{-}CHO + H_2O$$
অ্যাসিটোন পাইরুভ্যালডিহাইড

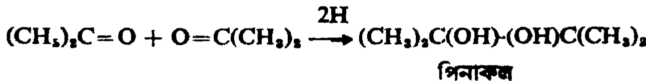
(২) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (যথা জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অথবা সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল হইতে) অ্যাসিটোনকে মূল আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। র‍্যানি নিকেলের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেনের বিক্রিয়াও অনুরূপ।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + 2H \rightarrow CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3$$
অ্যাসিটোন আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল

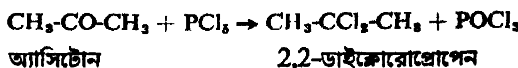
তীব্রতর বিজারক যথা পশমের-মত-নরম জিংক অ্যামালগাম এবং 30% হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অ্যাসিটোনকে ফুটন্ত অবস্থায় পুরাপুরি প্রোপেনে পরিণত করে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + 4H \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2O$$
অ্যাসিটোন প্রোপেন

কিন্তু সোডিয়াম অথবা ম্যাগনেশিয়াম অ্যামালগাম প্রশম বা সামান্য ক্ষারীয় দ্রবণে অ্যাসিটোনকে 1,2-গ্লাইকল, পিনাকলে, বিজারিত করে।


$$(CH_3)_2C{=}O + O{=}C(CH_3)_2 \xrightarrow{2H} (CH_3)_2C(OH)\text{-}(OH)C(CH_3)_2$$
পিনাকল

(৩) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত:** ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড অ্যাসিটোনকে বিনা উত্তাপে 2,2-ডাইক্লোরোপ্রোপেনে পরিণত করে (অ্যাসিট্যালডিহাইডকে রূপান্তরিত করে ইথিলিডিন ক্লোরাইডে)।

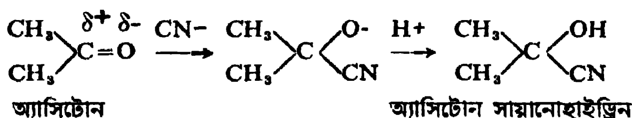

$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + PCl_5 \rightarrow CH_3\text{-}CCl_2\text{-}CH_3 + POCl_3$$
অ্যাসিটোন 2,2-ডাইক্লোরোপ্রোপেন

(৪) **হ্যালোজেনের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিটোনের ভিতর ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে ইহার হাইড্রোজেন পর পর ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। তাপ এই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। অবশেষে হেক্সাক্লোরোঅ্যাসিটোন (স্ফুটনাংক 203°) পাওয়া যায়; ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটোন অন্তর্বর্তী যৌগ হিসাবে উৎপন্ন হয়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া

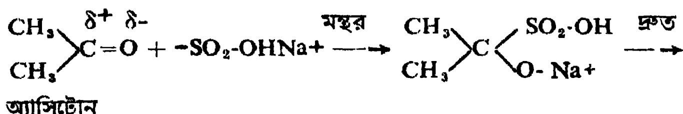
অনুরূপ কিন্তু গতি মন্থর। ক্লোরোঅ্যাসিটোন, CH_3-CO-CH_2Cl, শক্তিশালী কাঁদুনে গ্যাস ; মারমুখী জনতা ছত্রভঙ্গ করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

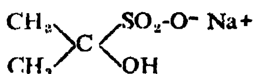


(৫) **সংযোজন-ঘটিত বিক্রিয়া : (i) হাইড্রোজেন সায়ানাইড সংযোজন :** অ্যাসিটোন ও হাইড্রোজেন সায়ানাইড হইতে অ্যাসিটোন সায়ানোহাইড্রিন উৎপন্ন হয় কিন্তু বিক্রিয়া মন্থরগতি।



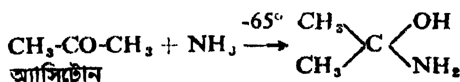
(ii) **সোডিয়াম বাইসালফাইট সংযোজন :** সাধারণ তাপাংকে সংপৃক্ত সোডিয়াম বাইসালফাইট দ্রবণ ও অ্যাসিটোন স্ফটিকাকার অ্যাসিটোন সোডিয়াম বাইসালফাইট উৎপাদন করে কিন্তু অ্যাসিট্যালডিহাইডের তুলনায় বিক্রিয়ার গতি মন্থর। ফুটন্ত সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ ইহাকে অ্যাসিটোনে বিয়োজিত করে। অ্যাসিটোন শোধন করিবার ইহা অন্যতম উপায়।



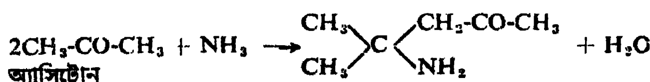


অ্যাসিটোন সোডিয়াম বাইসালফাইট

(iii) **অ্যামোনিয়া সংযোজন :** অতি শীতল অবস্থায় (-65°) অ্যাসিটোনে সংপৃক্ত না হওয়া পর্যন্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস চালিত করিলে, অস্থিতিশীল অ্যাসিটোন-অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়। কিন্তু সাধারণ তাপাংকে অম্লের উপস্থিতিতে কনডেনসেশন বিক্রিয়া ঘটে এবং ডাইঅ্যাসিটোনঅ্যামিন পাওয়া যায়।

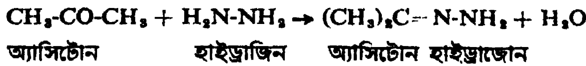


অ্যাসিটোন-অ্যামোনিয়া

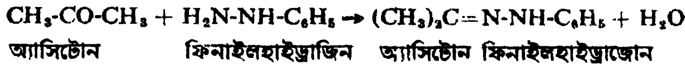


ডাইঅ্যাসিটোনঅ্যামিন

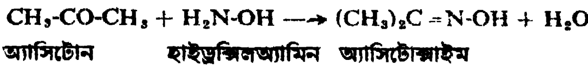
(৬) **কনডেনসেশন বিক্রিয়া:** (i) **হাইড্রাজিনের সহিত:** হাইড্রাজিন ও অ্যাসিটোন অ্যাসিটোন হাইড্রাজোন ও জল উৎপন্ন করে।



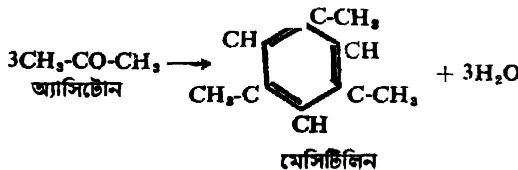
(ii) **ফিনাইলহাইড্রাজিনের সহিত:** ফিনাইলহাইড্রাজিনের সহিত বিক্রিয়ায় অ্যাসিটোন ফিনাইলহাইড্রাজোন ও জল উৎপন্ন হয়।



(iii) **হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের সহিত:** অ্যালকোহলীয় দ্রবণে অ্যাসিটোন ও হাইড্রক্সিল-অ্যামিন গরম করিলে অ্যাসিটোক্সাইম পাওয়া যায়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিলে ইহা অ্যাসিটোনে বিয়োজিত হয়।

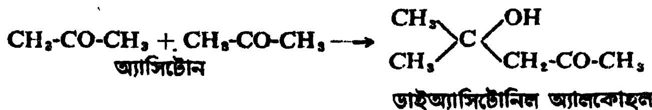


(iv) **অটোকনডেনসেশন:** 80% সালফিউরিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটোন (2:1) পাতন করিলে 1,3,5-ট্রাইমিথাইলবেনজিন বা মেসিটিলিন উৎপন্ন হয়। তিন অণু অ্যাসিটোন হইতে তিন অণু জল বিচ্ছিন্ন হয়। অ্যালিফ্যাটিক যৌগকে অ্যারোম্যাটিকে রূপান্তরিত করিবার ইহা একটি উদাহরণ।



মেসিটিলিন

(v) **অ্যালডল কনডেনসেশন:** 0° তাপাংকে বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড কণিকার উপস্থিতিতে অ্যাসিটোন অতি ধীরে ডাইমার, ডাইঅ্যাসিটোনিল অ্যালকোহল, গঠন করে। সক্সলেট যন্ত্রে বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড লইয়া তাহার উপর ফোঁটা ফোঁটা অ্যাসিটোন যোগ করিলে উৎপাদনের পরিমাণ 80% হয়। ইহা তৈলের মত তরল (স্ফুটনাংক 168°)।

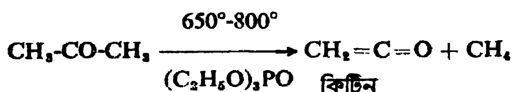


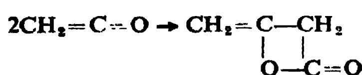
ডাইঅ্যাসিটোনিল অ্যালকোহল

(৭) **হ্যালোফরম বিক্রিয়া:** অ্যাসিটোন, ক্লোরিন (বা আইয়োডিন) এবং কস্টিক সোডার বিক্রিয়ায় ক্লোরোফরম (বা আইয়োডোফরম) পাওয়া যায় (পৃঃ ৮৬, ৮৮)। ব্রোমিনের সঙ্গে অ্যাসিটোনের অনুরূপ বিক্রিয়ায় ব্রোমোফরম মিলে। এই তিনটির সাধারণ নাম হ্যালোফরম বিক্রিয়া (haloform reaction).



(৮) **কিটিনে রূপান্তর:** প্রবল উত্তাপে (650°-800°) ট্রাই-ইথাইল ফসফেটের উপস্থিতিতে অ্যাসিটোন কিটিন ও মিথেনে বিয়োজিত হয়। কিটিন বিষাক্ত, অতি সক্রিয় গ্যাস; ইহা দ্রুত ডাইকিটিন গঠন করে। শিল্পে কিটিন হইতে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড তৈয়ার হয়।





ব্যবহার: (i) অ্যাসিটোনের প্রধান প্রয়োগ অ্যাসিটিলিন, নাইট্রোসেলুলোজ, সেলুলোজ অ্যাসিটেট রেয়ন প্রভৃতির দ্রাবকরূপে। (ii) ক্লোরোফরম, আইয়োডোফরম, সালফোনাল (ঘুমের ঔষধ), প্লেক্সি-গ্লাস (স্বচ্ছ, অভঙ্গুর প্লাস্টিক) ইত্যাদি অ্যাসিটোন হইতে তৈয়ার হয়। (iii) আইরোন (সুগন্ধি দ্রব্য), ক্লোরেটোন (সামুদ্রিক পীড়ার প্রতিষেধক), করডাইট (ধূমহীন বারুদ) প্রভৃতি উৎপাদনেও অ্যাসিটোন দরকার হয়।

শনাক্তকরণ: (i) অ্যাসিটোনের লঘু দ্রবণে সদ্য-প্রস্তুত সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড দ্রবণ মিশানোর পর ফোঁটা ফোঁটা লঘু জলীয় কস্টিক সোডা মিশাইলে পীতাভ লাল রং দেখা দেয়। কিছু কাল পর ইহা পীত বর্ণ ধারণ করে। মূত্রে অ্যাসিটোনের উপস্থিতি এই ভাবে জানা যায়। কিন্তু যে কোন মিথাইল কিটোন এই রং দেয়। (ii) অ্যাসি-টোন, আইয়োডিন দ্রবণ ও অ্যামোনিয়া ঈষৎ উষ্ণ করিলে হলুদ আইয়োডোফরমের স্ফটিক পাওয়া যায় (এই অবস্থায় ইথাইল অ্যালকোহল আইয়োডোফরম দেয় না কিন্তু যে কোন মিথাইল কিটোন আইয়োডোফরম গঠন করে)। (iii) অ্যাসিটোন ফেলিং দ্রবণ কিংবা টোলাঁ বিকারক বিজারিত করে না কিন্তু অতি ধীরে সিফ বিকারকের মেজেন্টা রং ফিরাইয়া আনে।

আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিটোনের আণবিক সংকেত C_3H_6O. (ii) অ্যাসিটোন ও সোডিয়ামের কোন বিক্রিয়া ঘটে না; ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয় না। কাজেই অ্যাসিটোনে হাইড্রক্সিল গ্রুপ অনুপস্থিত। (iii) সোডিয়াম বাইসালফাইট, হাইড্রোজেন সায়ানাইড প্রভৃতির সহিত সংযোজন যৌগ উৎপাদন হইতে অ্যাসিটোনে কার্বনিল গ্রুপের উপস্থিতি সূচিত হয়। (iv) অ্যাসিটোন বিজারক নয়; অতএব ইহা অ্যালডিহাইড নয়। অধিকন্তু বিজারণে ইহা আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়। (v) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায়

ইহার আণবিক গঠন CH_3-CO-CH_3. অপর সম্ভাব্য গঠন, CH_3-CH_2-CHO, সমাবয়বী প্রোপাইয়োন্যালডিহাইডের।

অ্যাসিটোন ও অ্যাসিট্যালডিহাইডের সাধারণ বিক্রিয়া

উভয়েই (i) হাইড্রোজেন সায়ানাইড ও সোডিয়াম বাইসালফাইটের সহিত সংযোজন যৌগ গঠন করে।

(ii) হাইড্রাজিন, ফিনাইলহাইড্রাজিন ও হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের সহিত কনডেনসেশন বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।

(iii) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় জেম-ডাইহ্যালাইড উৎপাদন করে; কোন ক্ষেত্রেই হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয় না।

(iv) আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত আইয়োডোফরম গঠন করে।

(v) বিজারণের ফলে প্রথমে অ্যালকোহল ও পরে অ্যালকেনে পরিণত হয়।

(vi) অ্যালডল বিক্রিয়ায় ডাইমার উৎপাদন করে; অ্যাসিটোন হইতে ডাইঅ্যাসিটোনিল অ্যালকোহল এবং অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে β-হাইড্রক্সিবিউটাইর্যালডিহাইড বা অ্যালডল পাওয়া যায়।

(vii) ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সহিত বিক্রিয়ায় ট্রাইক্লোরো- ও ট্রাইব্রোমো-যৌগ গঠন করে।

অ্যাসিটোন ও অ্যাসিট্যালডিহাইডের বিসদৃশ বিক্রিয়া

(i) অ্যাসিট্যালডিহাইড ফেলিং দ্রবণ ও টোলেঁ বিকারক বিজারিত করে কিন্তু অ্যাসিটোন তাহা করে না।

(ii) সাধারণ তাপাংকে অ্যামোনিয়ার সহিত অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়া গঠন করে কিন্তু অ্যাসিটোন ডাইঅ্যাসিটোনঅ্যামিন উৎপাদন করে।

(iii) অ্যাসিট্যালডিহাইড সহজে জারিত হয়; অ্যাসিটোন জারিত করা শক্ত। জারণের ফলে অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে সমান-সংখ্যক-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কিন্তু অ্যাসিটোন হইতে স্বল্পতর-কার্বন-বিশিষ্ট যৌগ, অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

(iv) সিফ বিকারকের মূল রং অ্যাসিট্যালডিহাইড অবিলম্বে ফিরাইয়া আনে কিন্তু অ্যাসিটোন আনে অতি ধীরে।

(v) সংযোজন পলিমার গঠনের প্রবণতা অ্যাসিট্যালডিহাইডের যথেষ্ট কিন্তু অ্যাসিটোনের তাহা নাই বলিলেই চলে।

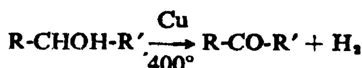
(vi) অ্যালকোহলের সহিত অ্যাসিট্যালডিহাইড কনডেনসেশন বিক্রিয়ায় অ্যাসিট্যাল গঠন করে কিন্তু অ্যাসিটোনের সহিত অনুরূপ বিক্রিয়া ঘটে না।

সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী : (১) **সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল হইতে:** শক্তিশালী জারক যথা উত্তপ্ত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলকে

অনুরূপ কিটোনে পরিণত করে। উচ্চ তাপাংকে কপার কণিকার উপর দিয়া বাষ্পীয় সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল প্রবাহিত করিলেও কিটোন উৎপন্ন হয় (ডিহাইড্রোজেনেশন)।



$$R\text{-}CHOH\text{-}R' \xrightarrow{O} R\text{-}CO\text{-}R' + H_2O$$



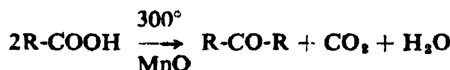
$$R\text{-}CHOH\text{-}R' \xrightarrow[400^\circ]{Cu} R\text{-}CO\text{-}R' + H_2$$

(২) **জেম-ডাইহ্যালাইড হইতে:** লঘু জলীয় কস্টিক সোডা $R\text{-}CX_2\text{-}R'$ আণবিক গঠনের ডাইহ্যালাইডকে কিটোনে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।

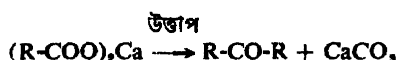


$$R\text{-}CCl_2\text{-}R' + H_2O \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}R' + 2HCl$$

(৩) **ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে:** ফরমিক অ্যাসিড ছাড়া যে কোন ফ্যাটি অ্যাসিড বাষ্পাকারে ম্যাঙ্গানাস অক্সাইডের উপর দিয়া 300° তাপাংকে প্রবাহিত করিলে কিটোন পাওয়া যায়। ইহাদের নির্জল ক্যালশিয়াম লবণ পাতন করিলেও কিটোন উৎপন্ন হয় কিন্তু পরিমাণ সামান্য। দুই বিভিন্ন অ্যাসিডের লবণ হইতে দুইটি সরল এবং একটি মিশ্র কিটোন পাওয়া যায়।



$$2R\text{-}COOH \xrightarrow[MnO]{300^\circ} R\text{-}CO\text{-}R + CO_2 + H_2O$$



$$(R\text{-}COO)_2Ca \xrightarrow{\text{উত্তাপ}} R\text{-}CO\text{-}R + CaCO_3$$

(৪) **গ্রিনার বিকারক হইতে:** অ্যালকিল সায়ানাইড ও গ্রিনার বিকারকের বিক্রিয়ায় যে সংযোজন যৌগ উৎপন্ন হয় তাহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে কিটোন মিলে।



$$R\text{-}C\equiv N + R'\text{-}Mg\text{-}Br \longrightarrow RR'C{=}N\text{-}Mg\text{-}Br \xrightarrow[H+]{H_2O} RR'C{=}O$$

(৫) **1,2-গ্লাইকল হইতে:** পটাশিয়াম পারআইয়োডেট $RR'C(OH)\text{-}C(OH)RR'$ গঠনের ডাইয়লকে কিটোনে জারিত করে।



$$RR'C(OH)\text{-}C(OH)RR' + KIO_4 \rightarrow 2R\text{-}CO\text{-}R' + KIO_3 + H_2O$$

সাধারণ ধর্ম: C_3-C_{11} -কার্বন-বিশিষ্ট কিটোন বর্ণহীন, সহজ-প্রবাহী, উদ্বায়ী, প্রশম তরল; উর্ধ্বতন কিটোন কঠিনাকার, প্রশম ও বর্ণহীন। ইহাদের জলে দ্রবণীয়তা আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে দ্রুত হ্রাস পায়; অ্যাসিটোন জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে কিন্তু 3-হেক্সানোন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, জলে সামান্য দ্রবণীয়। অ্যালকোহল, ইথার প্রভৃতি জৈব দ্রাবকে কিটোন অতি দ্রবণীয়। ইহারা জল অপেক্ষা হালকা; ইহাদের আপেক্ষিক গুরুত্ব 0·791-0·833. সকল কিটোন কম বেশী সুগন্ধি, কাহারও গন্ধ যথেষ্ট মনোরম। অ্যালডিহাইডের মত এবং একই কারণে যে কোন কিটোনের স্ফুটনাংক তুলনীয় আণবিক ওজনের অ্যালকোহল অপেক্ষা কম এবং অ্যালকেন অপেক্ষা বেশী। যথা

প্রত্যেক যৌগের নিচে ইহার আণবিক ওজন (বন্ধনীর মধ্যে) ও স্ফুটনাংক দেওয়া হইল।

অ্যালকোহল	কিটোন	অ্যালকেন
নঃ প্রোপাইল অ্যালকোহল (60) 97°	ডাইমিথাইল কিটোন (58) 56·5°	নঃ বিউটেন (58) 0·6°
নঃ বিউটাইল ,, (74) 117°	মিথাইল ইথাইল ,, (72) 81°	নঃ পেনটেন (72) 36°
নঃ অ্যামাইল ,, (88) 137°	ডাই-ইথাইল ,, (86) 101°	নঃ হেক্সেন (86) 69°

কিটোন, $C_nH_{2n}O$

নাম		আণবিক গঠন	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
অ্যাসিটোন		CH_3-CO-CH_3	56·5	0·791
মিথাইল ইথাইল	কিটোন	CH_3-CO-C_2H_5	81	0·805
ডাই-ইথাইল	,,	C_2H_5-CO-C_2H_5	101	0·814
ডাইপ্রোপাইল	,,	C_3H_7-CO-C_3H_7	144	0·821
ডাইআইসোপ্রোপাইল	,,	,,	124	0·806
ডাই-আইসোবিউটাইল	,,	C_4H_9-CO-C_4H_9	166	0·833
ডাই নঃ অ্যামাইল	,,	C_5H_{11}-CO-C_5H_{11}	227	0·821

প্রশ্নমালা

১। ফরম্যালডিহাইডের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর। ইহার প্রধান ব্যবহার কি? (i) অ্যামোনিয়া, (ii) গাঢ় কস্টিক সোডা ও (iii) ফেলিং দ্রবণের সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে (i) অ্যাসিটোন, (ii) অ্যাসিট্যাল, (iii) প্যার‍্যালডিহাইড ও (iv) ক্লোরাল প্রস্তুত করিবার উপায় কি?

৩। পরীক্ষাগারে কি ভাবে অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুত হয়? কি পদ্ধতিতে ইহা শোধন করা হয়? ফরম্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোন হইতে ইহাকে কেমন করিয়া চিহ্নিত করিবে?

৪। অ্যাসিটোনের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। সমাবয়বী প্রোপায়োন্যালডিহাইড হইতে ইহাকে চিহ্নিত করিবার সহজ পন্থা কি?

৫। পরীক্ষাগারে অ্যাসিটোন প্রস্তুত করিবার পদ্ধতি বর্ণনা কর। ইহার প্রধান ধর্ম উল্লেখ কর।

৬। অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটোনের বিক্রিয়ার সাদৃশ্য ও বৈষম্য কি কি?

৭। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) কনডেনসেশন বিক্রিয়া, (ii) পলিমারিজেশন, (iii) ক্যানিজারো বিক্রিয়া ও (iv) ফেলিং দ্রবণ।

৮। অ্যাসিটোনকে কি উপায়ে (i) প্রোপেন, (ii) আইয়োডোফরম ও (iii) মেসিটিলিনে রূপান্তরিত করা যায়?

৯। কোন যৌগের $C = 66.6\%$, $H = 11.1\%$ এবং $O = 22.3\%$. ইহা অক্সাইম গঠন করে (যাহার $N = 16.1\%$) কিন্তু ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে না। ইহার আণবিক গঠন কি?

১০। কোন যৌগের আণবিক সংকেত $C_6H_{14}O_2$; আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ইহা হইতে ইথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায় এবং অপর একটি যৌগ মিলে যাহা সিলভার অক্সাইডের সহিত বিক্রিয়ায় সিলভার অ্যাসিটেট ও সিলভার উৎপাদন করে। মূল যৌগ কস্টিক সোডায় অবিকৃত থাকে। ইহার সম্ভাব্য আণবিক গঠন কি হইতে পারে?

১১। $C_5H_{10}O$ আণবিক সংকেত যে সকল কার্বনিল-গ্রুপ-বিশিষ্ট যৌগের হইতে পারে তাহাদের আণবিক গঠন ও IUPAC নাম লিখ।

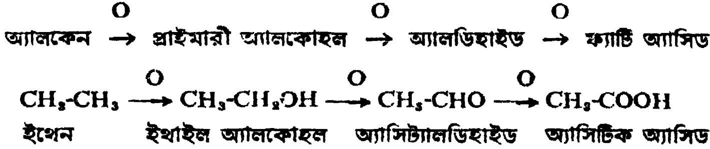
নবম অধ্যায়

ফ্যাটি অ্যাসিড ও অ্যাসিডজাত যৌগ

ফ্যাটি অ্যাসিড : জারণের ফলে অ্যালডিহাইড এক পরমাণু অক্সিজেন সংযোজন করিয়া কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। ফরম্যালডিহাইড ও অ্যাসিট্যালডিহাইড এই ভাবে যথাক্রমে ফরমিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়।



ইহারা এমন এক সমগণীয় পর্যায়ের সদস্য যাহার সাধারণ আণবিক সংকেত $C_nH_{2n+1}COOH$ বা সংক্ষেপে R-COOH (ফরমিক অ্যাসিড ইহার ব্যতিক্রম)। ইহাদের সক্রিয় গ্রুপ, কার্বক্সিল, $-C{\overset{\displaystyle O}{\underset{\displaystyle OH}{\lessgtr}}}$ কার্বনিল, $>C=O$, এবং হাইড্রক্সিল, -OH, গ্রুপের সমবায়ে গঠিত। কিন্তু বিভিন্ন কার্বন পরমাণুর সহিত সংযুক্ত নয় বলিয়া একে অন্যের দ্বারা প্রভাবিত। কার্যতঃ কার্বক্সিল গ্রুপে কার্বনিল ও হাইড্রক্সিল গ্রুপের স্বাধীন সত্তা নাই। ফ্যাটি অ্যাসিড অ্যালকেন জারণের শেষ ফল।

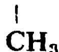


উদ্ভিজ্জ ও জান্তব তৈলে গ্লিসিরলের এস্টাররূপে যুগ্ম-কার্বন-বিশিষ্ট এই রকম প্রায় পঞ্চাশটি অ্যাসিড এপর্যন্ত আবিষ্কৃত হইয়াছে। ফ্যাটি অ্যাসিড নামের উৎপত্তি ইহা হইতে। অযুগ্ম-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিডও অবশ্য ইহাদের অন্তর্ভুক্ত। ফ্যাটি অ্যাসিডে মাত্র একটি কার্বক্সিল গ্রুপ আছে; ইহারা মনোকার্বক্সিলিক (বা একক্ষারীয়) অ্যাসিড। অসংপৃক্ত অ্যাসিডও সকল জান্তব এবং উদ্ভিজ্জ তৈলে কম বেশী থাকে; যথা অলেয়িক অ্যাসিড, লিনোলিক অ্যাসিড ইত্যাদি। অন্যত্র ইহা আলোচিত হইবে।

নামকরণ : IUPAC পদ্ধতি প্রবর্তনের বহু পূর্বে প্রথম পাঁচটি ফ্যাটি অ্যাসিড আবিষ্কৃত ও তাহাদের নামকরণ হইয়াছিল। আদি উৎস হইতে এই সকল নামের উৎপত্তি যথা ফরমিক অ্যাসিড (*formica rufa*, লাল পিঁপড়ে), অ্যাসিটিক অ্যাসিড (*acetum*, ভিনিগার), প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড (*protos*, প্রথম; *pion*, চর্বি), বিউটাইরিক অ্যাসিড (*butyrum*, মাখন) ও ভ্যালেরিক অ্যাসিড (*valerian*, লতা বিশেষ)। জনপ্রিয় বলিয়া এই নাম চালু রহিয়াছে। ইহাদের অণুতে অপর কোন সক্রিয় গ্রুপের অবস্থান α, β, γ ইত্যাদি দ্বারা সূচিত হয়, যেমন β-ক্লোরোবিউটাইরিক অ্যাসিড,

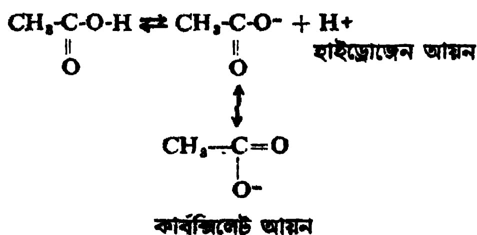
CH_3-CHCl-CH_2-COOH. IUPAC পদ্ধতিতে ফ্যাটি অ্যাসিডের নামকরণ
γ β α

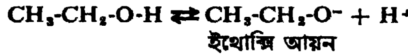
হইয়াছে অ্যালকেনের যৌগ হিসাবে এবং দীর্ঘতম সরল কার্বন শৃংখলের কার্বন সংখ্যা অনুসারে। এই শৃংখলে অ্যালাকল ও অপর গ্রুপের অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়। গণনা শুরু হয় কার্বক্সিলের কার্বন হইতে। অ্যালকেনের নামের শেষ অংশে '-এ' র স্থলে '-আওয়িক অ্যাসিড' যোগ করা হয়। যথা 2-ক্লোরো-হেক্সানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHCl-COOH, 3-মিথাইলপেন্টানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-CH-CH_2-COOH, ইত্যাদি। IUPAC প্রথায় প্রথম পাঁচটি অ্যাসিডের



নাম যথাক্রমে মিথানোয়িক অ্যাসিড, H-COOH, ইথানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-COOH, প্রোপানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-COOH, বিউটানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-CH_2-COOH, এবং পেন্টানোয়িক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH. উভয় পদ্ধতি মিশানো বিধি-বিরুদ্ধ, যেমন 2-ক্লোরোপ্রোপানোয়িক অ্যাসিডকে, CH_3-CH_2Cl-COOH, 2-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড কিংবা α-ক্লোরো-প্রোপানোয়িক অ্যাসিড বলা ভুল।

কার্বক্সিল গ্রুপের অম্লতা: অ্যাসিটিক অ্যাসিড, CH_3-CO-OH, এবং ইথানল, CH_3-CH_2-OH, উভয় যৌগেই কার্বনের সহিত হাইড্রক্সিল গ্রুপ, -OH, যুক্ত রহিয়াছে। কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ আম্লিক এবং জলীয় ইথানল প্রশম। ইহার অন্যতম কারণ কার্বনিল গ্রুপের প্রভাব; অধিকতর ইলেকট্রন-আকর্ষী অক্সিজেন কার্বন হইতে বন্ধনের ইলেকট্রন নিজের দিকে টানিয়া আনে, ফলে কার্বনে ইলেকট্রনের ঘাটতি দেখা দেয়। ইহা পূরণ করিতে পার্শ্ববর্তী O-H গ্রুপের বন্ধন ইলেকট্রন কার্বন নিজের দিকে আকৃষ্ট করে। ইহাতে O-H বন্ধন কিছুটা শিথিল হয় এবং অণু হইতে হাইড্রোজেনের প্রোটনরূপে বিচ্ছিন্ন হইবার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড জলে আয়নিত হইলে ইহার কার্বক্সিলেট আয়ন সংস্পন্দনশীল দুই গঠনে (resonance structures) অবস্থিতির জন্য স্থিতিশীল হয়। বিচ্ছিন্ন হাইড্রোজেন আয়ন বা প্রোটনের সহিত ইহার পুনর্মিলিত হইবার প্রবণতা হ্রাস পায়। অর্থাৎ অ্যাসিডের প্রোটন স্বাধীন সত্তা লাভ করে। আম্লিক প্রকৃতির ইহাই প্রধান কারণ। ইথানলে কার্বনিল গ্রুপ নাই বলিয়া ইহার কোনটাই সম্ভব নয়। অতএব ইথানল প্রশম।





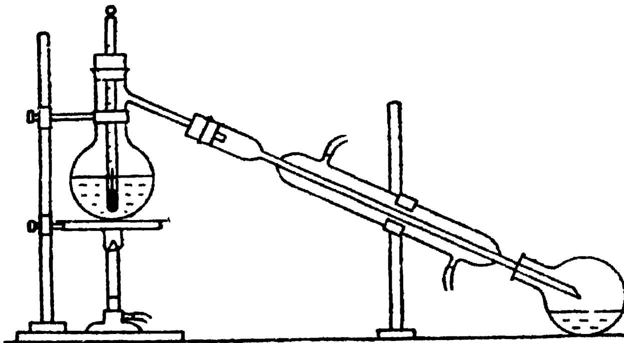
$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}H \rightleftharpoons CH_3\text{-}CH_2\text{-}O^- + H^+$$

ইথোক্সি আয়ন

কার্বক্সিলেট আয়নে অক্সিজেনের নিগেটিভ চার্জ একাধিক পরমাণুর উপর বিস্তৃত; ইহার স্থিতিশীলতার কারণ ইহাই। পক্ষান্তরে ইথোক্সি আয়নে ইহা কেবল অক্সিজেনে সীমাবদ্ধ, তাই ইহা অস্থিতিশীল। পদার্থবিদ প্রমাণ করিয়াছেন কার্বক্সিলেট আয়নে দুই অক্সিজেন পরমাণু কার্বনের সহিত সমভাবে যুক্ত—অর্থাৎ C-O এবং C=O বন্ধনের পৃথক অস্তিত্ব নাই। উভয়েই আংশিক দ্বিবন্ধ মাত্র: ইহাতে C—O বন্ধনের দৈর্ঘ্য সমান (1.27 Å) পাওয়া গিয়াছে যদিও C-O এবং C- O বন্ধনের দৈর্ঘ্য স্বাভাবিক অবস্থায় যথাক্রমে 1.43 Å এবং 1.23 Å. অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মিথাইল হাইড্রোজেন শক্তিশালী ইলেকট্রন-আকর্ষী গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে অ্যাসিডের শক্তি বা তীব্রতা বৃদ্ধি পায়; ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $H_2CCl\text{-}COOH$, অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে আশি গুণ তীব্রতর। পক্ষান্তরে ইলেকট্রন-বিকর্ষী গ্রুপ যেমন CH_3- ইহাকে মৃদুতর অ্যাসিডে পরিণত করে। প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$, অ্যাসিটিক অ্যাসিড অপেক্ষা প্রায় দেড় গুণ মৃদুতর।

ফরমিক অ্যাসিড, HCOOH, সরলতম গঠনের ফ্যাটি অ্যাসিড; ইহা মুক্ত অবস্থায় লাল পিঁপড়ে ও বিছুটিতে আছে; বোলতা ও মৌমাছি হুল ফুটানোর সময় কিছু ফরমিক অ্যাসিড 'ইনজেকশন' করে; ফল তীব্র প্রদাহ।

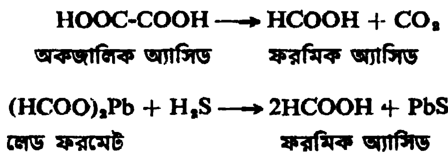
প্রস্তুত প্রণালী : (১) **অকজালিক অ্যাসিড হইতে :** অকজালিক অ্যাসিড উত্তাপে ফরমিক অ্যাসিড ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয় কিন্তু উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। গ্লিসিরলের উপস্থিতিতে উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। স্ফটিকাকার অকজালিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}COOH, 2H_2O$, (50 g) এবং নির্জল গ্লিসিরল (40 cc) কাঁচ কূপীতে



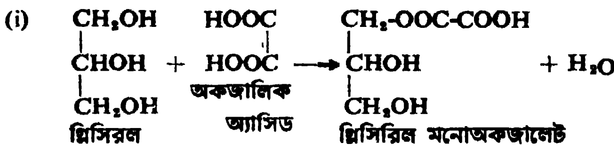
২৩ নং চিত্র। ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতি।

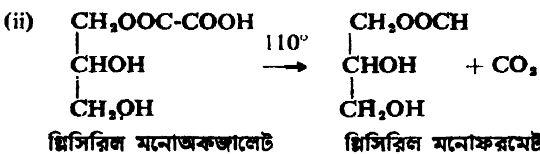
বালি-গাহে 110°-120° তাপাংকে পাতন করিয়া পরীক্ষাগারে ফরমিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। থার্মোমিটারের পারদ-কুণ্ড তরলে নিমজ্জিত থাকে (২৩ নং চিত্র)। গ্রাহক

পাত্রে জল-মিশ্রিত ফরমিক অ্যাসিড সঞ্চিত হয়। ফরমিক অ্যাসিড (স্ফুটনাংক 100.5°) এবং জল (স্ফুটনাংক 100°) আংশিক পাতনে পুরাপুরি পৃথক করা যায় না। উত্তপ্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ধাতব ফরমেটকে কার্বন মনোক্সাইডে বিয়োজিত করে। সুতরাং সাধারণ ভাবে নির্জল ফরমিক অ্যাসিড উৎপাদন করা কঠিন। অনার্দ্র লেড ফরমেটের (জলীয় ফরমিক অ্যাসিডে অতিরিক্ত লেড অক্সাইড, PbO, যোগ করিয়া প্রস্তুত) উপর দিয়া 100° তাপাংকের কিঞ্চিৎ ঊর্ধ্বে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস চালিত করিলে নির্জল ফরমিক অ্যাসিড মিলে।

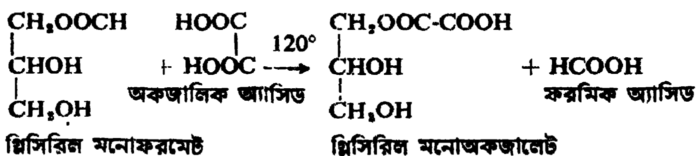


এই বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে; গ্লিসিরলের ভূমিকা অনুঘটকের।





(iii) শেষ ধাপে উচ্চতর তাপাংকে গ্লিসিরিল মনোফরমেট অতিরিক্ত অকজালিক অ্যাসিডের সহিত ফরমিক অ্যাসিড ও গ্লিসিরিল মনোঅকজালেট উৎপাদন করে। 50 g অ্যাসিডের 25 g প্রথমে এবং অবশিষ্ট 25 g কার্বন ডাইঅক্সাইডের নির্গমন শেষ হইলে যোগ করা হয়।



(২) মিথাইল অ্যালকোহল হইতে : বাষ্পীয় মিথাইল অ্যালকোহল ও বায়ু প্ল্যাটিনাম ব্ল্যাক অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। আম্লিক পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট অথবা পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ফরমিক অ্যাসিডকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে।



$$CH_3OH + O_2 \longrightarrow HCOOH + H_2O$$

মিথাইল অ্যালকোহল ফরমিক অ্যাসিড

(৩) **শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি: কার্বন মনোক্সাইড ও কস্টিক সোডা হইতে:** 14-18 গুণ বায়ুচাপে কার্বন মনোক্সাইড 160°-250° তাপাংকে 30% জলীয় কস্টিক সোডাপূর্ণ টাওয়ারে চালিত করিয়া সোডিয়াম ফরমেট তৈয়ার হয়। শীতল অবস্থায় ইহাতে সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। পাতন দ্বারা ইহা উদ্ধার করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%. উচ্চতর তাপাংকে অকজালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কার্বন মনোক্সাইডের উৎস সাধারণতঃ প্রডিউসার গ্যাস (producer gas, প্রায় 30% CO এবং 65% N_2). অধিকাংশ বাণিজ্যিক ফরমিক অ্যাসিড এই ভাবে তৈয়ার হয়।

$$CO + NaOH \longrightarrow HCOONa \xrightarrow{H_2SO_4} HCOOH$$

সোডিয়াম ফরমেট ফরমিক অ্যাসিড

অ্যাসিট্যালডিহাইড ও ফরম্যালডিহাইড হইতে পেন্টাএরিথ্রিটল, $C(CH_2OH)_4$ (ইহার নাইট্রেট শক্তিশালী বিস্ফোরক) উৎপাদনের উপজাত দ্রব্য ক্যালশিয়াম ফরমেট হইতেও যথেষ্ট ফরমিক অ্যাসিড শিল্পে উৎপন্ন হয়।

ধর্ম: ফরমিক অ্যাসিড বর্ণহীন, ধূমায়মান তরল (স্ফুটনাংক 100.5°; আঃ গুঃ 1.24); গন্ধ তীব্র ও ঝাঁঝালো। ইহা বিষাক্ত, গায়ে লাগিলে ফোসকা পড়ে। জল, অ্যালকোহল, ইথার ও গ্লিসিরলের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। লেড ও সিলভার ফরমেট জলে অদ্রবণীয়; অপর সকল ধাতব ফরমেট দ্রবণীয়। ফরমিক অ্যাসিড ($K_a = 2.14 \times 10^{-4}$) তীব্রতম ফ্যাটি অ্যাসিড কিন্তু খনিজ অ্যাসিডের তুলনায় মৃদু। তরল কিংবা বাষ্পাকারে ফরমিক অ্যাসিডের অণু হাইড্রোজেন বন্ধনে যুগ্ম-অণুতে থাকে। আণবিক ওজন অথবা বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইহা জানা যায়। আণবিক ওজনের তুলনায় ইহার উচ্চ স্ফুটনাংক এই কারণে।

$$HC\begin{matrix} \diagup\!\!\!\!\diagup O \cdots\cdots H-O \diagdown \\ \diagdown O-H \cdots\cdots O \diagup\!\!\!\!\diagup \end{matrix}CH$$

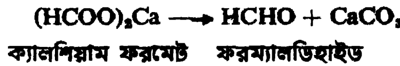
যুগ্ম-অণু ফরমিক অ্যাসিড (হাইড্রোজেন বন্ধন)

বিক্রিয়া: (১) **উত্তাপের প্রভাব:** 160° তাপাংকে ফরমিক অ্যাসিড কার্বন ডাইঅক্সাইড ও হাইড্রোজেনে বিয়োজিত হয়। কিন্তু সোডিয়াম ফরমেট 360°-400° তাপাংকে সোডিয়াম অকজালেট গঠন করে। শিল্পে এই ভাবে অকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।

$$HCOOH \xrightarrow{160^\circ} CO_2 + H_2 \qquad 2HCOONa \xrightarrow{400^\circ} NaOOC\text{-}COONa + H_2$$

ফরমিক অ্যাসিড সোডিয়াম ফরমেট সোডিয়াম অকজালেট

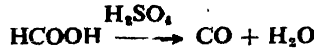
কিন্তু প্রবল তাপে জিংক অথবা ক্যালশিয়াম ফরমেট ফরম্যালডিহাইডে বিয়োজিত হয়।



$$(HCOO)_2Ca \longrightarrow HCHO + CaCO_3$$

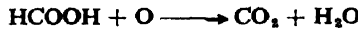
ক্যালশিয়াম ফরমেট ফরম্যালডিহাইড

(২) **নিরুদন:** ঈষৎ উষ্ণ, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিড হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিয়া কার্বন মনোক্সাইডে বিয়োজিত করে। এই ভাবে বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইড তৈয়ার করা যায়।



$$HCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} CO + H_2O$$

(৩) **জারণ:** সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড উত্তাপে, এবং আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট শীতল অবস্থায় ফরমিক অ্যাসিডকে কার্বন ডাইক্সাইডে বিয়োজিত করে। অনুরূপ অবস্থায় অন্যান্য ফ্যাটি অ্যাসিড অবিকৃত থাকে।



$$HCOOH + O \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

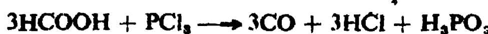
(৪) **বিজারকের ভূমিকায়: অন্য ফ্যাটি অ্যাসিড এবং ফরমিক অ্যাসিডের পার্থক্য:** ফরমিক অ্যাসিড অথবা ধাতব ফরমেট (i) টোলেঁ বিকারককে সিলভারে বিজারিত করে যদিও (ii) ফুটন্ত অবস্থায় ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে না। (iii) ইহারা মারকিউরিক ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ হইতে মারকিউরাস ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত করে। (iv) ইহারা পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু জলীয় দ্রবণ বিনা উত্তাপে বিরঞ্জিত করে। (i) এবং (iv) বিক্রিয়া অ্যালডিহাইডের অনুরূপ কিন্তু (ii) এবং (iii) অ্যালডিহাইডের বিসদৃশ। অতএব ফরমিক অ্যাসিডের প্রচ্ছন্ন অ্যালডিহাইড গ্রুপ, OHC-OH, এই সকল বিক্রিয়া ঘটায় বলা ঠিক মনে হয় না। কারণ সাধারণ তাপাংকে ফরমেটের জলীয় দ্রবণ ও সিলভার নাইট্রেট যথারীতি সিলভার ফরমেট উৎপাদন করে; উত্তাপে ইহা সিলভারে বিয়োজিত হয়।



$$2HCOOAg \xrightarrow{\text{উত্তাপ}} 2Ag + HCOOH + CO_2$$

ফরমিক অ্যাসিড (অথবা ফরমেট) এবং মারকিউরিক ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন মারকিউরিক ফরমেট স্বতঃই মারকিউরাস ফরমেট গঠন করে। ক্লোরাইড আয়ন ইহাকে অদ্রবণীয় মারকিউরাস ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করে।

(৫) **ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইডের সহিত:** ফরমিক অ্যাসিড ও ফসফরাস ট্রাই-ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ফরমিল ক্লোরাইড, HCOCl, পাওয়া যায় না। মিশ্রণ সামান্য গরম করিলে, ফরমিক অ্যাসিড কার্বন মনোক্সাইডে বিয়োজিত হয়।



$$3HCOOH + PCl_3 \longrightarrow 3CO + 3HCl + H_3PO_3$$

ব্যবহার: (i) ফরমিক অ্যাসিডের মুখ্য প্রয়োগ প্রকৃতিজাত রবারের ইমালশন জমাট বাঁধানো। (ii) গবাদি পশুর চামড়া পাকা করিবার পর অবশিষ্ট চুন জলে দ্রবণীয় ক্যালশিয়াম ফরমেটরূপে অপসারিত করা হয়। (iii) বাদাম তৈল হইতে বনস্পতি প্রস্তুতির অনুঘটক নিকেল ফরমেট। (iv) কার্পাস ও পশমের বস্ত্রাদি রং করিতে

প্রচুর ফরমিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। (v) অকজ্যালিক অ্যাসিড ইহা হইতে তৈয়ার হয়।

শনাক্তকরণ: (i) ধাতব ফরমেট ও ফেরিক ক্লোরাইডের প্রশমিত দ্রবণ মিশাইলে লাল রং দেখা দেয়; মিশ্রণ ফুটাইলে বাদামী অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। ধাতব অ্যাসিটেটের বিক্রিয়াও অনুরূপ। (ii) ধাতব ফরমেট টোলেঁ বিকারককে বিজারিত করে কিন্তু অ্যাসিটেট করে না। (iii) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও নির্জল ফরমিক অ্যাসিড বা ফরমেট উত্তপ্ত করিলে কার্বন মনোক্সাইড নির্গত হয়। (iv) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের অতি লঘু আম্লিক দ্রবণকে ফরমিক অ্যাসিড বিরঞ্জিত করে।

আণবিক গঠন: (i) ফরমিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত H_2CO_2. (ii) সোডিয়াম নির্জল ফরমিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন বিমুক্ত করে এবং ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়। অতএব ফরমিক অ্যাসিডে হাইড্রক্সিল গ্রুপ রহিয়াছে। (iii) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় ফরমিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন: H-C(=O)OH. সম্ভাব্য অপর গঠনে, $H_2C\langle O-O\rangle$ (H, H যুক্ত C, দুইটি O পরস্পর যুক্ত), হাইড্রক্সিল গ্রুপ অনুপস্থিত; সমভাবে যুক্ত দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু ফরমিক অ্যাসিডের একক্ষারীয়তার বিপক্ষে।

অ্যাসিটিক অ্যাসিড, CH_3-COOH, প্রাচীন কাল হইতে ভিনিগাররূপে ব্যবহৃত হইয়া আসিতেছে। টক মদ্যে ইহার অস্তিত্ব বহু পূর্বে জানা ছিল। কোন কোন উদ্ভিদে ধাতব অ্যাসিটেট এবং ক্রোটন তৈলে গ্লিসিরিল অ্যাসিটেট রহিয়াছে। অ্যাসিটিক অ্যাসিড শিল্পে ও বাণিজ্যে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ জৈব অ্যাসিড।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ইথাইল অ্যালকোহল হইতে:** শোধিত অ্যালকোহলকে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট (35 g) ও সালফিউরিক অ্যাসিড (35 cc গাঢ় অ্যাসিড + 50 cc জল) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ইথাইল অ্যালকোহল (15 cc শোধিত অ্যালকোহল + 50 cc জল) ধীরে ধীরে যোগ করা হয়। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপে কুপীর তরল মৃদু ফুটিতে থাকে। অবিকৃত ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিট্যালডিহাইড বাষ্পাকারে কনডেনসার বাহিয়া উপরে উঠিতে থাকে; শীতল হইয়া তরল আকারে ইহারা পুনরায় কুপীতে ফিরিয়া আসে। অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়। সব অ্যালকোহল যোগ করিবার পর মিশ্রণ কিছু ক্ষণের জন্য ফুটানো হয়। পাতন দ্বারা অ্যাসিটিক অ্যাসিড উদ্ধার করিয়া লেড অথবা কপার লবণে রূপান্তরিত করা হয়। স্ফটিকাকার লবণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CH_2OH + 2O \longrightarrow CH_3\text{-}COOH + H_2O$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিটিক অ্যাসিড

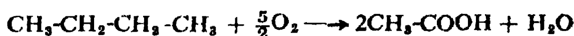


$$(CH_3COO)_2Pb + H_2SO_4 \longrightarrow 2CH_3COOH + PbSO_4$$

লেড অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যাসিড

শিল্পে বায়ু দ্বারা জারণ করা হয়। দ্বিগুণ বায়ুচাপে বাষ্পীয় ইথানল ও বায়ু 550° তাপাংকে সিলভার জালির উপর দিয়া অতি দ্রুত প্রবাহিত করিলে প্রায় 50% ইথানল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়। উদ্বৃত্ত ইথানল এবং আংশিক জারণে উৎপন্ন অ্যাসিট্যালডিহাইড শীতল করিলে পৃথক হয়; ইহাদিগকে পুনরায় প্রবাহিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-95%।

(২) **নঃ বিউটেন হইতে:** কোবাল্ট, ম্যাঙ্গানিজ অথবা ক্রোমিয়াম অ্যাসিটেট অনুঘটকের উপস্থিতিতে প্রাকৃতিক গ্যাসের নঃ বিউটেন তরল অবস্থায় 60 গুণ বায়ুচাপে 125°-225° তাপাংকে বায়ু কিংবা অক্সিজেন দ্বারা জারিত করিয়া শিল্পে অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। এই সঙ্গে কিছু ফরমিক অ্যাসিড, মিথানল, ইথানল ইত্যাদি উৎপন্ন হয়। ইহাদিগকে আংশিক পাতনে পৃথক করা যায়। নঃ বিউটেনের 76% অ্যাসিটিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + \tfrac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CH_3\text{-}COOH + H_2O$$

নঃ বিউটেন অ্যাসিটিক অ্যাসিড

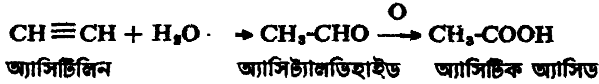
(৩) **মিথানল হইতে:** শিল্পে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন হইতে প্রচুর মিথানল উৎপন্ন হয়। ইহার সহিত কার্বনিল গ্রুপ জুড়িয়া দিলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। কোবাল্ট কার্বনিল অনুঘটকের উপস্থিতিতে 50 গুণ বায়ুচাপে 210° তাপাংকে কার্বন মনোক্সাইড মিথানলের ভিতর চালিত করিলে এই উদ্দেশ্য সিদ্ধ হয়। উদ্বৃত্ত মিথানল পৃথক করিয়া পুনরায় অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা হয়। এই সঙ্গে কিছু মিথাইল অ্যাসিটেট, সামান্য কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতনে অ্যাসিটিক অ্যাসিড সহজে উদ্ধার করা চলে।



$$CO + CH_3OH \longrightarrow CH_3\text{-}COOH$$

মিথানল অ্যাসিটিক অ্যাসিড

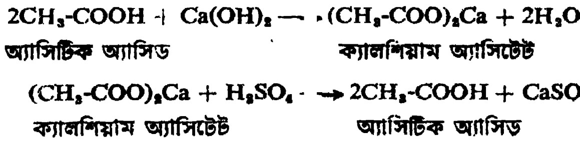
(৪) **অ্যাসিটিলিন হইতে:** শিল্পে অ্যাসিটিলিনের সহিত জল সংযোজনে উৎপন্ন অ্যাসিট্যালডিহাইডকে জারণ করিয়া অধিকাংশ অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। 100° তাপাংকে 20% সালফিউরিক অ্যাসিডে মারকিউরিক সালফেটের (1%) উপস্থিতিতে স্বাভাবিক বায়ুচাপে অ্যাসিটিলিন গ্যাস চালিত করিলে অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। দ্বিতীয় ধাপে 60° তাপাংকে ম্যাঙ্গানাস অ্যাসিটেটের (0.5%) উপস্থিতিতে 5 গুণ বায়ুচাপে বায়ু দ্বারা অ্যাসিট্যালডিহাইডের গাঢ় জলীয় দ্রবণ অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90% এবং অ্যাসিডের বিশুদ্ধতা 99%.



$$CH \equiv CH + H_2O \longrightarrow CH_3\text{-}CHO \xrightarrow{O} CH_3\text{-}COOH$$

অ্যাসিটিলিন অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৫) **পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড হইতে:** কাঠকয়লা উৎপাদনের উপজাত দ্রব্য পাইরো-লিগনিয়াস অ্যাসিডে প্রায় ৪% অ্যাসিটিক অ্যাসিড থাকে। শিল্প ও বাণিজ্যে ব্যবহৃত অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সামান্য অংশ এখান হইতে আসে। কলিচুনের সহিত ফুটাইলে অনুযায়ী ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। পাতন দ্বারা অ্যাসিটোন ও মিথাইল অ্যালকোহল অপসারিত করিবার পর প্রবল তাপে ইহাকে নির্জল করিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিলে অশুদ্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহাকে কস্টিক সোডা দ্বারা প্রশমিত, এবং উত্তাপ প্রয়োগে নির্জল করিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিড মিলে।



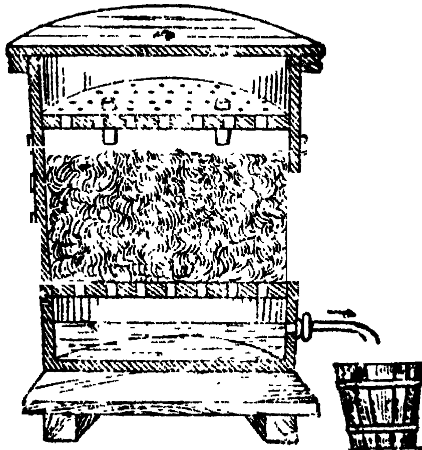
$$2CH_3\text{-}COOH + Ca(OH)_2 \longrightarrow (CH_3\text{-}COO)_2Ca + 2H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট

$$(CH_3\text{-}COO)_2Ca + H_2SO_4 \longrightarrow 2CH_3\text{-}COOH + CaSO_4$$

ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যাসিড

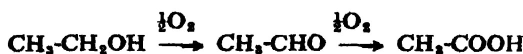
(৬) **ভিনিগার উৎপাদন:** অ্যাসিটিক অ্যাসিডের লঘু (4-8%) জলীয় দ্রবণ ভিনিগার। নানাবিধ খাদ্যে ইহার ব্যাপক ব্যবহার। সামান্য ইথাইল অ্যালকোহল, টারটারিক অ্যাসিড, সাকসিনিক অ্যাসিড এবং ইহাদের ইথাইল এস্টার প্রভৃতির জন্য ভিনিগারের গন্ধ ও স্বাদ। গাঁজানো চিটাগুড় (ইহাতে প্রায় 10% ইথাইল অ্যালকোহল এবং 1%



২৪ নং চিত্র। ভিনিগার প্রস্তুতি।

অ্যাসিটিক অ্যাসিড থাকে) কাঠের পিপার উপর হইতে ক্ষীণ ধারায় যোগ করা হয়; ভিতরের বীচ-কাঠের পাতলা ফালিতে বায়ুর উপস্থিতিতে অ্যাসিটো-ব্যাকটার নামক

জীবাণু ইথাইল অ্যালকোহলকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করে (২৪নং চিত্র)। বিক্রিয়ার তাপে পিপার নিম্নদেশ হইতে বায়ু উপরের দিকে উঠিতে থাকে। কাঠের পাতলা ফালি অ্যালকোহল ও বায়ুকে বিস্তীর্ণ অঞ্চলে মিশিবার সুযোগ দেয়; ফলে জারণ ত্বরান্বিত হয়। ইহার বদলে কাঠকয়লা, কাপড় কিংবা গাছের ক্ষুদ্র ডাল ব্যবহার করা যাইতে পারে। বায়ুর গতি নিয়ন্ত্রণ করা অত্যাবশ্যক কারণ বায়ু কম হইলে অ্যাসিট্যালডিহাইড এবং বেশী হইলে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জল পাওয়া যায়। তাপাংক 30°-35°-র মধ্যে থাকা চাই। বিক্রিয়া তাপ-উদ্‌গারী; অ্যালকোহলের পরিমাণ নিয়ন্ত্রিত করিলে এই তাপাংক-সীমা বজায় থাকে। নিচের পাত্রে সঞ্চিত তরলে অ্যাসিডের পরিমাণ 14% না হওয়া পর্যন্ত পিপার উপর হইতে তাহা আবার নিচে পাঠানো হয়। আরও গাঢ় অ্যাসিডে জীবাণু নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে।



$$CH_3\text{-}CH_2OH \xrightarrow{\frac{1}{2}O_2} CH_3\text{-}CHO \xrightarrow{\frac{1}{2}O_2} CH_3\text{-}COOH$$

ইথাইল অ্যালকোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

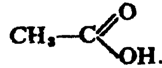
ধর্ম: অ্যাসিটিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 118°; আঃ গুঃ 1.055); গন্ধ ঝাঁঝালো, আস্বাদ তীব্র। ইহা জলাকর্ষী এবং জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত সকল অনুপাতে মিশে। শীতপ্রধান দেশে অ্যাসিটিক অ্যাসিড বরফের মত স্ফটিক গঠন করে। এই জন্য বিশুদ্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিডকে গ্লেসিয়াল (*glacialis*, বরফের মত) অ্যাসিটিক অ্যাসিড (হিমাংক 16.5°) বলা হয়। তরল কিংবা বাষ্পাকারে অ্যাসিটিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিডের মত যুগ্ম-অণুরূপে থাকে; আণবিক ওজনের তুলনায় ইহার উচ্চ স্ফুটনাংক এই জন্য। ফিকে নীল শিখায় অ্যাসিটিক অ্যাসিড বায়ুতে জ্বলিতে থাকে। হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের তুলনায় ইহা অতি মৃদু অম্ল ($K_a = 1{\cdot}86 \times 10^{-5}$). অ্যাসিটিক অ্যাসিড জৈব ও অজৈব অনেক পদার্থের দ্রাবক।

শনাক্তকরণ: (i) ধাতব অ্যাসিটেট এবং প্রশমিত ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে ফেরিক অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়; ইহার রং লাল। মিশ্রণ ফুটাইলে ক্ষারীয় অ্যাসিটেট অধঃক্ষিপ্ত হয়; ইহার রং বাদামী। (ii) নির্জল ধাতব অ্যাসিটেট এবং সামান্য আরসেনিয়াস অক্সাইড টেস্ট-টিউবে গরম করিলে, ক্যাকোডিল অক্সাইড উৎপন্ন হয়; ইহার দুর্গন্ধ বমন উদ্রেক করে। (iii) নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড, ইথাইল অ্যালকোহল এবং গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড গরম করিলে সুগন্ধি ইথাইল অ্যাসিটেট পাওয়া যায়।

ব্যবহার: (i) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের প্রধান প্রয়োগ অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড উৎপাদনে (সেলুলোজ অ্যাসিটেট প্রস্তুত করিতে ইহার প্রয়োজন)। (ii) খাদ্যে ভিনিগারের ব্যবহার ব্যাপক। (iii) প্রাকৃতিক রবারের অবদ্রবে (emulsion) অ্যাসিটিক অ্যাসিড মিশাইয়া জমাট বাঁধানো হয়। (iv) ইথাইল অ্যাসিটেট (দ্রাবক), অ্যাস্পিরিন (বেদনানাশক), অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিটেট (জলাভেদ্য বস্ত্রের উপাদান), ক্রোমিক অ্যাসিটেট (রঞ্জন

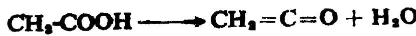
শিল্পে), অ্যাসিটোন (দ্রাবক), ভিনাইল অ্যাসিটেট (পি, ভি, সি, প্লাস্টিক উৎপাদনে), ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রভৃতি তৈয়ার করিতে অ্যাসিটিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়।

আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত $C_2H_4O_2$. (ii) ইহাতে কার্বন পরমাণু দুইটি সরাসরি সংযুক্ত রহিয়াছে কারণ ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে ইহার উৎপত্তি, এবং উভয় যৌগেই কার্বন পরমাণু সরাসরি যুক্ত। (iii) সোডিয়াম অ্যাসিটিক অ্যাসিডের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করিয়া সোডিয়াম অ্যাসিটেট গঠন করে। অতএব অ্যাসিটিক অ্যাসিড একক্ষারীয়। (iv) ক্লোরিন ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $C_2Cl_3O_2H$, উৎপন্ন হয়। ইহাতে একটি সোডিয়াম-দ্বারা-প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু রহিয়াছে। প্রতিস্থাপিত তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু মিথাইল গ্রুপের অঙ্গ, কারণ মিথাইল গ্রুপ ইথাইল অ্যালকোহল এবং অ্যাসিট্যালডিহাইডে আছে। (v) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়। অতএব অ্যাসিটিক অ্যাসিডে হাইড্রক্সিল গ্রুপ রহিয়াছে। (vi) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় এবং উপরে বর্ণিত তথ্যসমূহের সহিত সঙ্গতিপূর্ণ অ্যাসিটিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন:



অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও ফরমিক অ্যাসিডের পার্থক্য

(১) **স্থিতিশীলতা:** অ্যাসিটিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিড অপেক্ষা অনেক বেশী স্থিতিশীল। 160° তাপাংকে ফরমিক অ্যাসিড কার্বন ডাইঅক্সাইড ও হাইড্রোজেনে বিয়োজিত হয় কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিড কিটিনে রূপান্তরিত হয় 600° তাপাংকে (অনুঘটক অ্যালুমিনিয়াম ফসফেটের উপস্থিতিতে)।



$$CH_3\text{-}COOH \longrightarrow CH_2{=}C{=}O + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড   কিটিন

(২) **জারকের প্রভাব:** আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (অথবা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড) ফরমিক অ্যাসিডকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিড জারণ প্রতিহত করে।

(৩) **গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া:** উত্তপ্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিডকে কার্বন মনোক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিড অবিকৃত থাকে।

(৪) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়া:** ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড সাধারণ তাপাংকে ফরমিক অ্যাসিডকে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে বিয়োজিত

করে কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিডকে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করে।

(৫) বিজারকের ভূমিকায়: ফরমিক অ্যাসিড টোলাঁ বিকারককে সিলভারে, এবং মারকিউরিক ক্লোরাইডকে মারকিউরাস ক্লোরাইডে বিজারিত করে কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিড বিজারক নহে।

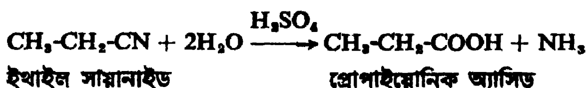
(৬) নির্জল ধাতব অ্যাসিটেট ও আরসেনিয়াস অক্সাইড ঈষৎ উষ্ণ করিলে ক্যাকোডিল অক্সাইড (তীব্র দুর্গন্ধযুক্ত) উৎপন্ন হয় কিন্তু ফরমিক অ্যাসিড এই অবস্থায় অবিকৃত থাকে।

প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-COOH, পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড ও বাতের রোগীর ঘামে সামান্য থাকে। নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহলকে সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। মাঝামাঝি গাঢ়, ফুটন্ত সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ইথাইল সায়ানাইডকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলেও প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH + 2O \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

নঃ প্রোপাইল অ্যালকোহল প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CN + 2H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + NH_3$$

ইথাইল সায়ানাইড প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড

শিল্পে 90°-150° তাপাংকে ইথিলিন, কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন চাপপিষ্ট অবস্থায় নিকেল কার্বনিলের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিয়া প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়; পরের ধাপে ইহাকে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডে জারিত করা হয়।



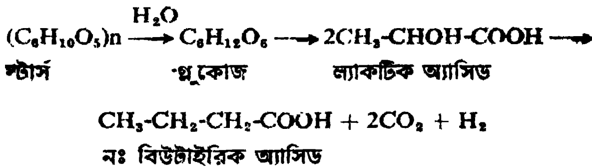
$$CH_2{=}CH_2 + CO + H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO \xrightarrow{O} CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$$

ইথিলিন প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড

ধর্ম: প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 141°; আঃ গুঃ 0.988), গন্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মত ঝাঁঝালো। জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। জলীয় দ্রবণে নির্জল ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড যোগ করিলে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড তৈলের আকারে ভাসিয়া উঠে। ইহার নাম এই জন্য (অর্থ প্রথম চর্বি) যদিও কোন তৈল বা চর্বিতে ইহা নাই। ক্লোরিন প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডের α-হাইড্রোজেন (অর্থাৎ মিথিলিন গ্রুপের হাইড্রোজেন) প্রতিস্থাপিত করে, ফলে α-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, CH_3-CHCl-COOH, এবং α,α-ডাইক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, CH_3-CCl_2-COOH, উৎপন্ন হয়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের অনুরূপ। ইথাইল ও অ্যামাইল প্রোপাইয়োনেট শিল্প ও বাণিজ্যে ব্যবহৃত দ্রাবক। ইথাইল

প্রোপাইয়োনেটের আনারসের মত গন্ধ; ইহা খাদ্য সুগন্ধি করে। পাউরুটির ময়দায় ক্যালশিয়াম প্রোপাইয়োনেট মিশাইলে ছাতা পড়া বন্ধ হয়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে ইহা মৃদুতর অম্ল ($K_a = 1{\cdot}43 \times 10^{-5}$).

বিউটাইরিক অ্যাসিড, নরমাল ও আইসো, সমাবয়বী; নঃ অ্যাসিডের বাণিজ্যিক গুরুত্ব অনেক বেশী। মাখনে নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, গ্লিসিরিল এস্টাররূপে আছে। নষ্ট মাখনে ইহার গন্ধ পাওয়া যায়। আমাদের ঘামেও নঃ অ্যাসিড আছে। শিল্পে শ্বেতসার অথবা শর্করা হইতে সন্ধান প্রক্রিয়ায় নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। চিটাগুড়ে 35°-40° তাপাংকে ব্যাসিলাস বিউটাইরিকাস (*Bacillus butyricus*, টক দুধ কিংবা নষ্ট পনিরে ইহা থাকে) যোগ করিলে প্রথমে ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়; ইহা পরে নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়। মাঝে মাঝে সন্ধান পাত্রে ক্যালশিয়াম কার্বনেট চূর্ণ মিশাইয়া উৎপন্ন অ্যাসিড প্রশমিত না করিলে অ্যাসিডের গাঢ় দ্রবণে জীবাণু নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে। ক্যালশিয়াম বিউটাইরেট গরম জল অপেক্ষা ঠাণ্ডা জলে অধিকতর দ্রবণীয়। ইহা সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করিয়া পাতন করিলে বিশুদ্ধ নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



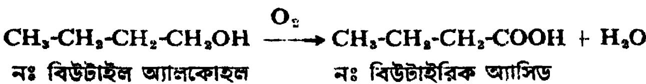
$$(C_6H_{10}O_5)n \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH \longrightarrow$$

স্টার্চ   গ্লুকোজ   ল্যাকটিক অ্যাসিড

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2CO_2 + H_2$$

নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড

শিল্পোৎপাদনের অন্য পদ্ধতিতে নঃ বিউটাইল অ্যালকোহলকে অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ু দ্বারা জারিত করা হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH \xrightarrow{O_2} CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

নঃ বিউটাইল অ্যালকোহল   নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড

ধর্ম: নরমাল বিউটাইরিক অ্যাসিড তরল (স্ফুটনাংক 162°; আঃ গুঃ 0.954); গন্ধ নষ্ট মাখন কিংবা বাসী ঘামের মত। ইহা জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত সকল অনুপাতে মিশে। নির্জল ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণে যোগ করিলে, তৈলের আকারে ইহা ভাসিয়া উঠে। নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড স্টীমে উদ্বায়ী। বার্ণিশে ইহার সেলুলোজ এস্টার ব্যবহৃত হয়। ছাঁচে ফেলিয়া প্লাস্টিকের নানাবিধ দ্রব্য প্রস্তুত করিতেও এই এস্টার দরকার। ইথাইল বিউটাইরেটের গন্ধ আনারসের মত। খাদ্য সুগন্ধি করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। পাকা চামড়া হইতে চুন অপসারিত করিতে নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড উপযোগী কারণ ক্যালশিয়াম বিউটাইরেট ঠাণ্ডা জলে দ্রবণীয়।

আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিড, $(CH_3)_2CH\text{-}COOH$, ইথাইল এস্টাররূপে ক্রোটন তৈলে এবং মুক্ত অবস্থায় শিম, কড়াইশুঁটি প্রভৃতিতে থাকে। সোডিয়াম ডাইক্রোমেট ও

সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল জারিত করিলে ইহা উৎপন্ন হয়। মিল্ট-গন্ধি মিথাইল ও ইথাইল এস্টার সুগন্ধিকরণে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু আইসো-বিউটাইরিক অ্যাসিডের নিজস্ব গন্ধ অপ্রীতিকর। ইহা বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 154°; আঃ গুঃ 0.949); ইথার, ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে কিন্তু জলে আংশিক দ্রবণীয়।



$$(CH_3)_2CH\text{-}CH_2OH + 2O \longrightarrow (CH_3)_2CH\text{-}COOH + H_2O$$

আইসোবিউটাইল অ্যালকোহল আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিড

ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিডকে α-হাইড্রক্সি-আইসো-বিউটাইরিক অ্যাসিডে জারিত করে।



$$(CH_3)_2CH\text{-}COOH + O \longrightarrow (CH_3)_2C(OH)\text{-}COOH$$

আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিড α-হাইড্রক্সি-আইসোবিউটাইরিক অ্যাসিড

ফ্যাটি অ্যাসিডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে: পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড, নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাশিয়াম পার-ম্যাঙ্গানেট অথবা উপযুক্ত তাপাংকে কোবাল্ট লবণের উপস্থিতিতে বায়ু দ্বারা জারিত করিলে প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে অনুরূপ ফ্যাটি অ্যাসিড পাওয়া যায়। সেকেণ্ডারী অ্যাল-কোহল হইতে কিটোন এবং কম-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



$$R\text{-}CH_2OH \xrightarrow{O} R\text{-}CHO \xrightarrow{O} R\text{-}COOH$$

প্রাইমারী অ্যালকোহল অ্যালডিহাইড ফ্যাটি অ্যাসিড



$$R\text{-}CHOH\text{-}R' \xrightarrow{O} R\text{-}CO\text{-}R' \xrightarrow{O} R\text{-}COOH + R'COOH$$

সেঃ অ্যালকোহল কিটোন ফ্যাটি অ্যাসিড

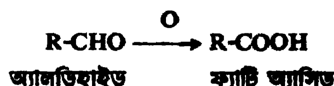
উচ্চ চাপে 200° তাপাংকে কার্বন মনোক্সাইড ও বাষ্পীয় অ্যালকোহল নিকেল কার্বনিলের উপস্থিতিতে ফ্যাটি অ্যাসিড উৎপাদন করে।



$$R\text{-}OH + CO \xrightarrow[200^\circ]{Ni(CO)_4} R\text{-}COOH$$

অ্যালকোহল ফ্যাটি অ্যাসিড

(২) অ্যালডিহাইড ও কিটোন হইতে: মৃদু জারক অ্যালডিহাইডকে অ্যাসিডে পরিণত করিতে পারে কিন্তু কিটোনের জন্য শক্তিশালী জারক আবশ্যক।



$$R\text{-}CHO \xrightarrow{O} R\text{-}COOH$$

অ্যালডিহাইড ফ্যাটি অ্যাসিড

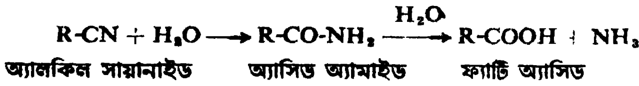


$$R\text{-}CO\text{-}R' \xrightarrow{O} R\text{-}COOH + R'COOH$$

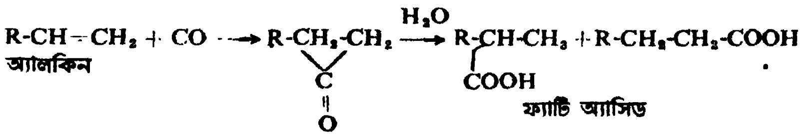
কিটোন ফ্যাটি অ্যাসিড

(৩) অ্যালকিল সায়ানাইড হইতে: মাঝামাঝি গাঢ় খনিজ অ্যাসিড (কিংবা ক্ষার) এবং অ্যালকিল সায়ানাইড খাড়া-কনডেনসারসহ ফুটাইলে ফ্যাটি অ্যাসিড মিলে। শীতল

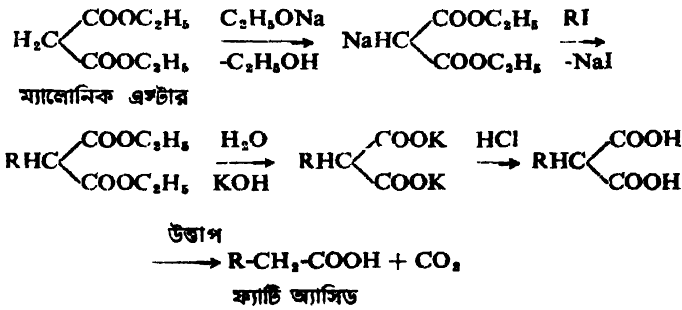
আর্দ্র-বিশ্লেষে অন্তর্বর্তী অ্যাসিড অ্যামাইড পাওয়া যায়। উত্তাপে সায়ানাইড অপেক্ষা অ্যামাইড দ্রুততর বিয়োজিত হয়।



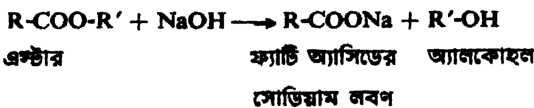
(৪) **অ্যালকিন হইতে:** 100-200 বায়ুচাপে 250° তাপাংকে অ্যালকিন ও কার্বন মনোক্সাইড নিকেল কার্বনিলের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে অস্থিতিশীল সাইক্লোপ্রোপেন যৌগ উৎপন্ন হয়। জল ইহাকে দুই বিভিন্ন ফ্যাটি অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।

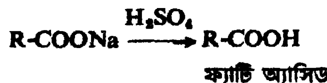


(৫) **ম্যালোনিক এস্টার হইতে:** ফরমিক অ্যাসিড ছাড়া অন্য যে কোন ফ্যাটি অ্যাসিড এই ভাবে পাওয়া যায়:



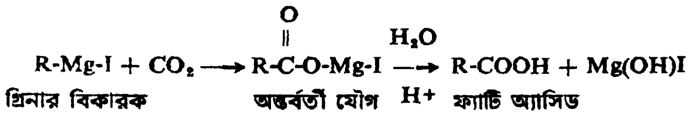
(৬) **এস্টার হইতে:** ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডা এস্টারকে মূল জৈব অ্যাসিড ও অ্যালকোহলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। অ্যাসিড সোডিয়ামের লবণরূপে পাওয়া যায়। ইহার আম্লিক দ্রবণ পাতনে মুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড মিলে। উদ্ভিজ্জ ও জান্তব তৈল ও চর্বি ফুটন্ত কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া উর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ (অর্থাৎ সাবান) প্রস্তুত হয়। ইহাতে অতিরিক্ত অ্যাসিড মিশাইলে ফ্যাটি অ্যাসিড পাওয়া যায়।



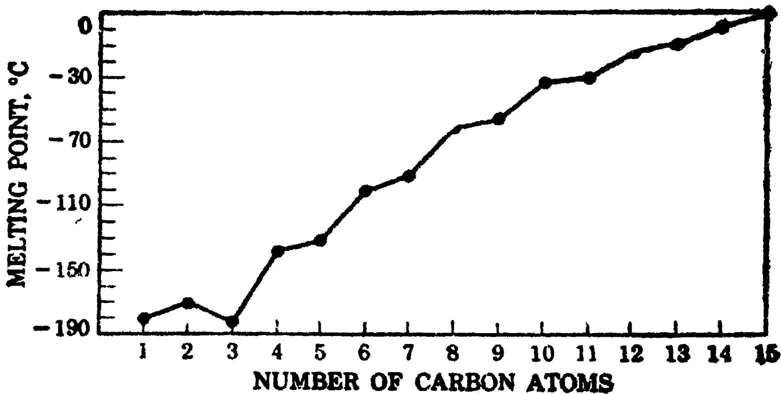


(৭) **গ্রিনার বিকারক হইতে:** শীতল নির্জল ইথার দ্রবণে গ্রিনার বিকারকে (অ্যালকিল

ম্যাগনেশিয়াম হ্যালাইড) নির্জল কার্বন ডাইক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে অন্তর্বর্তী যৌগ উৎপন্ন হয়; আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা ফ্যাটি অ্যাসিডে পরিণত হয়।



সাধারণ ধর্ম: ফরমিক, অ্যাসিটিক ও প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল; গন্ধ ঝাঁঝালো, আস্বাদ টক। ইহারা ত্বক ক্ষয়কারী, জলে সহজে দ্রবণীয় এবং স্বাভাবিক বায়ুচাপে পাতন করিলে বিয়োজিত হয় না। ইহারা লিটমাসকে লাল করে, ধাতব কার্বনেট হইতে কার্বন ডাইক্সাইড বিচ্ছিন্ন করে এবং স্টীমে উদ্বায়ী। C_4-C_9 কার্বনের ফ্যাটি অ্যাসিড তৈলাকৃতি, জলে প্রায় অদ্রবণীয় (নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড জলে দ্রবণীয়), গন্ধ অপ্রীতিকর। উচ্চতর ফ্যাটি অ্যাসিড বর্ণহীন, মোমের মত কঠিন এবং গন্ধহীন। ইহারা জলে অদ্রবণীয়, স্বাভাবিক বায়ুচাপে পাতনে বিয়োজিত হয় এবং অতি মৃদু অম্ল (লিটমাস লাল করে না)। সকল ফ্যাটি অ্যাসিড অ্যালকোহল ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। ফ্যাটি অ্যাসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে ক্রমশঃ হ্রাস পাইতে থাকে; তরল ফরমিক অ্যাসিডের আঃ গুঃ 1·213 কিন্তু কঠিন স্টিয়ারিক অ্যাসিডের 0.840. কার্বন-কাঠামোর দৈর্ঘ্যের সঙ্গে ইহাদের অম্লতাও হ্রাস পায়। নঃ ফ্যাটি অ্যাসিডের স্ফুটনাংক প্রত্যেক $-CH_2-$ গ্রুপের জন্য প্রায় 19° বৃদ্ধি পায়। কিন্তু বিজোড় (odd number) কার্বন-বিশিষ্ট নঃ ফ্যাটি অ্যাসিডের গলনাংক ইহার অব্যবহিত আগের যুগ্ম-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিডের চেয়ে নিম্নতর। ইহার কারণ বিজোড় কার্বনের



২৪ক নং চিত্র। ফ্যাটি অ্যাসিডের গলনাংক।

ক্ষেত্রে প্রান্তিক $-COOH$ এবং CH_3- গ্রুপ কার্বন শৃংখলের একই পাশে অবস্থিত (এই শৃংখল আঁকাবাঁকা, সরল নয়)। যুগ্ম-কার্বন অ্যাসিডের ক্ষেত্রে ইহারা বিপরীত

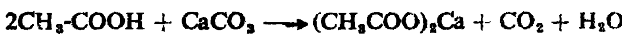
দিকে থাকে; স্ফটিকে ইহারা নিকটতর এবং দৃঢ়তর বন্ধনে আবদ্ধ। ইহাদিগকে বিচ্ছিন্ন করিতে অধিক শক্তি আবশ্যক। তাই ইহাদের স্ফুটনাংক (আণবিক ওজন কম সত্ত্বেও) উচ্চতর। অ্যালকোহল অপেক্ষা অ্যাসিডের -OH গ্রুপ অধিকতর পোলার; সুতরাং ইহার হাইড্রোজেন অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল হাইড্রোজেন অপেক্ষা দৃঢ়তর হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। সেই জন্য ফ্যাটি অ্যাসিডের স্ফুটনাংক তুলনীয় আণবিক ওজনের অ্যালকোহল অপেক্ষা বেশী। যথা: ফরমিক অ্যাসিডের (আঃ ওঃ 46) স্ফুটনাংক 100.5° কিন্তু ইথানলের (আঃ ওঃ 46) স্ফুটনাংক 78°; অ্যাসিটিক অ্যাসিডের (আঃ ওঃ 60) স্ফুটনাংক 118°, কিন্তু নঃ প্রোপাইল অ্যালকোহলের (আঃ ওঃ 60) স্ফুটনাংক 97°; নঃ প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডের (আঃ ওঃ 74) স্ফুটনাংক 141° কিন্তু নঃ বিউটাইল অ্যালকোহলের (আঃ ওঃ 74) স্ফুটনাংক 117°. C_8 এবং ঊর্ধ্বতম ফ্যাটি অ্যাসিড মৃদু জীবাণুনাশক।

ফ্যাটি অ্যাসিডের বিক্রিয়া: (i) **লবণ গঠন:** শক্তিশালী ইলেকট্রন-বিকর্ষী (electropositive) ধাতু যেমন Na, K, Ca, Mg ইত্যাদি ফ্যাটি অ্যাসিডের আম্লিক হাইড্রোজেন সাধারণ তাপাংকে প্রতিস্থাপিত করিয়া লবণ উৎপাদন করে। ধাতব হাইড্রক্সাইড ফ্যাটি অ্যাসিডের সহিত যথারীতি লবণ ও জল গঠন করে। কোন কোন ধাতব কার্বনেট, বাইকার্বনেট ও অক্সাইড অনুরূপ বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। ফ্যাটি অ্যাসিডের তীব্রতা ও জলে দ্রবণীয়তার উপর লবণ গঠন অনেকাংশে নির্ভরশীল। কোন কোন লবণ শিল্প ও বাণিজ্যে গুরুত্বপূর্ণ; ঊর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম ও পটাশিয়াম লবণ সাবান নামে পরিচিত। লেড অ্যাসিটেট, $(CH_3COO)_2Pb,3H_2O$, হাড়-মচকানো-জনিত ব্যথা উপশম করে। ইহা রঞ্জন কার্যেও ব্যবহৃত হয়। ফ্যাটি অ্যাসিড মৃদু অম্ল; ইহাদের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণকে জল আদ্র-বিশ্লেষ করে।



$$2CH_3\text{-}COOH + 2Na \longrightarrow 2CH_3COONa + H_2$$

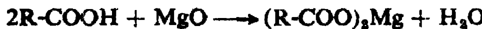
অ্যাসিটিক অ্যাসিড সোডিয়াম অ্যাসিটেট



$$2CH_3\text{-}COOH + CaCO_3 \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

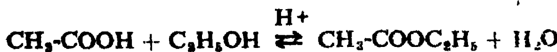


$$R\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow R\text{-}COONa + H_2O$$



$$2R\text{-}COOH + MgO \longrightarrow (R\text{-}COO)_2Mg + H_2O$$

(২) **এস্টার গঠন:** অনুঘটকরূপে তীব্র অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ফ্যাটি অ্যাসিড ও অ্যালকোহল উত্তাপ প্রয়োগে এস্টার গঠন করে। এই বিক্রিয়া উভয়মুখী। উৎপন্ন জল সঙ্গে সঙ্গে অপসারিত করিলে বিক্রিয়ার পরিসমাপ্তি ঘটে এবং প্রচুর এস্টার পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}COOH + C_2H_5OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\text{-}COOC_2H_5 + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইথানল ইথাইল অ্যাসিটেট

(৩) **অ্যাসিড ক্লোরাইড গঠন :** ফসফরাস ট্রাই- ও পেন্টা-ক্লোরাইড (অথবা থাইয়োনিল ক্লোরাইড) এবং ফ্যাটি অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে অ্যাসিড ক্লোরাইড পাওয়া যায়। অ্যাসিডের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



$$CH_3\text{-}COOH + PCl_5 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড



$$3R\text{-}COOH + PCl_3 \longrightarrow 3R\text{-}CO\text{-}Cl + H_3PO_3$$



$$R\text{-}COOH + SOCl_2 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}Cl + HCl + SO_2$$

অ্যাসিড ক্লোরাইড

(৪) **অ্যাসিড অ্যামাইড উৎপাদন :** ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ প্রবল উত্তাপে অ্যাসিড অ্যামাইডে বিয়োজিত হয়।



$$CH_3COONH_4 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট   অ্যাসিট্যামাইড

(৫) **অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড গঠন :** শক্তিশালী জলাকর্ষী বিকারক যেমন ফসফরাস পেন্টক্সাইড, P_2O_5, এবং নির্জল ফ্যাটি অ্যাসিড গরম করিলে দুই অণু অ্যাসিড হইতে এক অণু জল অপসারিত হয় এবং অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। কোন অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ ও ঐ অ্যাসিডের অ্যাসিড ক্লোরাইড পাতন করিলে যথেষ্ট পরিমাণ অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড পাওয়া যায়।



$$2CH_3\text{-}COOH \xrightarrow{P_2O_5} CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2O$$

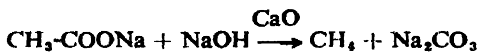
অ্যাসিটিক অ্যাসিড   অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড



$$R\text{-}COONa + R\text{-}CO\text{-}Cl \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}R + NaCl$$

অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড

(৬) **কার্বক্সিল গ্রুপ প্রতিস্থাপন :** (i) ফ্যাটি অ্যাসিডের নির্জল সোডিয়াম লবণ ও সোডা-চুন প্রবল উত্তাপে অ্যালকেনে বিয়োজিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ সামান্য।



$$CH_3\text{-}COONa + NaOH \xrightarrow{CaO} CH_4 + Na_2CO_3$$

সোডিয়াম অ্যাসিটেট   মিথেন

(ii) অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ (ফরমিক অ্যাসিড ব্যতিক্রম) পাতনে কিটোনে পরিণত হয়। কোন অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ এবং ক্যালশিয়াম ফরমেট একত্র পাতন করিলে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। উভয় ক্ষেত্রেই উৎপাদনের পরিমাণ সামান্য।



$$(CH_3\text{-}COO)_2Ca \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CaCO_3$$

ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট   অ্যাসিটোন



$$(R\text{-}COO)_2Ca + (HCOO)_2Ca \longrightarrow 2R\text{-}CHO + 2CaCO_3$$

অ্যালডিহাইড

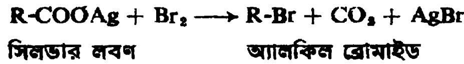
(iii) ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম অথবা পটাশিয়াম লবণের গাঢ় জলীয় দ্রবণ সাধারণ তাপাংকে বিদ্যুৎ-বিশ্লেষ করিলে অ্যানোডে অ্যালকেন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড পাওয়া যায়।



$$2R\text{-}COONa + 2H_2O \longrightarrow R\text{-}R + 2CO_2 + 2NaOH + H_2$$

সোডিয়াম লবণ অ্যালকেন

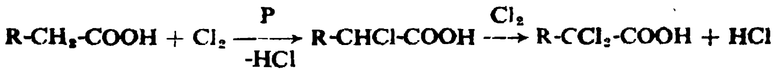
(iv) ফ্যাটি অ্যাসিডের নির্জল সিলভার লবণ ও ব্রোমিনের কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণ একত্র ফুটাইলে, অ্যালকিল ব্রোমাইড (ক্লোরিন হইতে অ্যালকিল ক্লোরাইড) পাওয়া যায়।



$$R\text{-}COOAg + Br_2 \longrightarrow R\text{-}Br + CO_2 + AgBr$$

সিলভার লবণ অ্যালকিল ব্রোমাইড

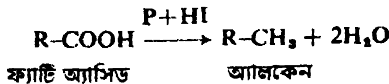
(৭) **হ্যালোজেনের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে ক্লোরিন এবং ব্রোমিন (আইয়োডিন নিষ্ক্রিয়) ফ্যাটি অ্যাসিডের α-হাইড্রোজেন ধীরে ধীরে ক্রমশঃ প্রতিস্থাপিত করে। উত্তাপে এবং অনুঘটকের (যথা ফসফরাস) উপস্থিতিতে এই প্রতিস্থাপন দ্রুত ঘটে।



$$R\text{-}CH_2\text{-}COOH + Cl_2 \xrightarrow[-HCl]{P} R\text{-}CHCl\text{-}COOH \xrightarrow{Cl_2} R\text{-}CCl_2\text{-}COOH + HCl$$

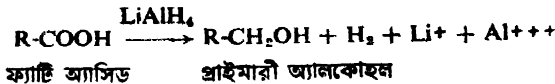
অ্যাসিটিক অ্যাসিডের তিনটি α-হাইড্রোজেনই প্রতিস্থাপিত হয় এবং ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CCl_3\text{-}COOH$, পাওয়া যায়। ফরমিক অ্যাসিডে α-হাইড্রোজেন অনুপস্থিত; অতএব এই বিক্রিয়া ঘটে না।

(৮) **বিজারণ:** ফ্যাটি অ্যাসিডের জারণ ও বিজারণ দুইই কঠিন; সাধারণ অবস্থায় জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও খনিজ অ্যাসিড) অথবা অনুঘটক এবং হাইড্রোজেন নিষ্ক্রিয়। তীব্র বিজারক যথা হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ও লাল ফসফরাস চাপ ও উত্তাপে ফ্যাটি অ্যাসিডকে অ্যালকেনে বিজারিত করে। ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালু-মিনিয়াম হাইড্রাইড সাধারণ তাপাংকে কিংবা ঈষৎ উষ্ণ অবস্থায় ফ্যাটি অ্যাসিডকে অনুরূপ প্রাইমারী অ্যালকোহলে পরিণত করে।



$$R\text{-}COOH \xrightarrow{P+HI} R\text{-}CH_3 + 2H_2O$$

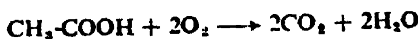
ফ্যাটি অ্যাসিড অ্যালকেন



$$R\text{-}COOH \xrightarrow{LiAlH_4} R\text{-}CH_2OH + H_2 + Li^+ + Al^{+++}$$

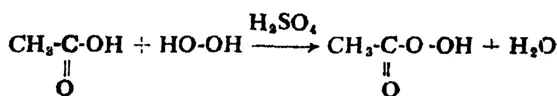
ফ্যাটি অ্যাসিড প্রাইমারী অ্যালকোহল

(৯) **জারণ:** ফরমিক অ্যাসিড ছাড়া অন্য যে কোন ফ্যাটি অ্যাসিড জারণ প্রতিহত করে। কার্যতঃ অনেক জারণে অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। অতি তীব্র জারক উচ্চ তাপাংকে ফ্যাটি অ্যাসিডকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে। বায়ুতে পূর্ণ দহনের ফলও অনুরূপ।



$$CH_3\text{-}COOH + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

হাইড্রোজেন পারক্সাইড (90%) এবং সালফিউরিক অ্যাসিড ফ্যাটি অ্যাসিডকে পারকার্বক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত করে। স্বাভাবিক তাপাংকে ইহারা অস্থিতিশীল এবং বিস্ফোরক।



$$CH_3\text{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}\text{-}OH + HO\text{-}OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\text{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}\text{-}O\text{-}OH + H_2O$$

পারঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

ফ্যাটি অ্যাসিড, $C_nH_{2n+1}COOH$

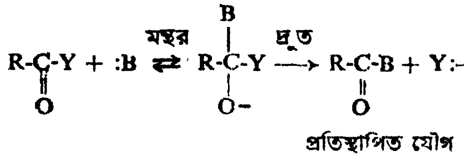
নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
ফরমিক অ্যাসিড	$HCOOH$	8.3	100.5	1.213
অ্যাসিটিক অ্যাসিড	CH_3COOH	16.5	118	1.044
প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড	CH_3CH_2COOH	-22	141	0.988
নঃ বিউটাইরিক অ্যাসিড	$CH_3(CH_2)_2COOH$	-4.7	162	0.954
আইসো ,, ,,	$(CH_3)_2CHCOOH$	-47	154	0.949
নঃ ভ্যালেরিক অ্যাসিড	$CH_3(CH_2)_3COOH$	-34.5	187	0.939
ট্রাইমিথাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড	$(CH_3)_3CCOOH$	35.5	163.8	0.905
ক্যাপ্রোয়োইক অ্যাসিড	$CH_3(CH_2)_4COOH$	-2.0	205	0.924
নঃ হেপটাইলিক অ্যাসিড	$CH_3(CH_2)_5COOH$	-10.5	223	0.920
নঃ ক্যাপ্রাইলিক অ্যাসিড	$CH_3(CH_2)_6COOH$	-16.5	236	0.906
পামিটিক অ্যাসিড	$C_{15}H_{31}COOH$	62	--	0.848
স্টিয়ারিক অ্যাসিড	$C_{17}H_{35}COOH$	69	—	0.840

ফ্যাটি অ্যাসিডের যৌগ: ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে প্রধানতঃ দুই প্রকার যৌগ পাওয়া যায়: (i) ইহার হাইড্রক্সিল গ্রুপ অন্য গ্রুপ বা পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া; যথা অ্যাসিড অ্যামাইড, R-CO-NH_2, অ্যাসিড হ্যালাইড, R-CO-Cl, অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড, R-CO-O-CO-R, এবং এস্টার, R-CO-OR′, অথবা (ii) অ্যাসিডের কার্বন শৃংখলের হাইড্রোজেন অন্য পরমাণু বা গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া, যথা ক্লোরো-ফ্যাটি অ্যাসিড, R-CHCl-COOH, সায়ানো-ফ্যাটি অ্যাসিড, R-CH(CN)-COOH, অ্যামিনো-ফ্যাটি অ্যাসিড, R-CH(NH_2)-COOH, হাইড্রক্সি-ফ্যাটি অ্যাসিড, R-CH(OH)-COOH, ইত্যাদি। প্রথম ধরনের যৌগ এখানে আলোচিত হইবে। ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে ইহাদিগকে সরাসরি প্রস্তুত এবং উৎপন্ন যৌগকে পুনরায় মূল ফ্যাটি অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা চলে। ইহাদের গঠন সাদৃশ্য লক্ষ্যণীয়; অ্যাসিডের অ্যাসিল গ্রুপ, $R\text{-}\underset{\substack{\| \\ O}}{C}\text{-}$, প্রত্যেক যৌগেই অটুট রহিয়াছে। ইহাদের সাধারণ আণবিক গঠন,

R-C-Y, $Y = NH_2$, OR, হ্যালোজেন বা R-CO-O. এই গঠন সংস্পন্দনশীল



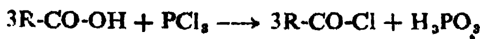
একাধিক গঠনের সংকর (resonance hybrid). বিভিন্ন যৌগের প্রকৃতি ও বিক্রিয়া অনেকাংশে Y গ্রুপের উপর নির্ভরশীল। যেমন Y ইলেকট্রন-আকর্ষী হইলে, ইহা কার্বনিল কার্বনের সহিত বন্ধন-ইলেকট্রন নিজের দিকে টানে; ফলে কার্বনের পজিটিভ চার্জ বৃদ্ধি পায় এবং ইহা নিউক্লিয়াস-প্রিয় বিকারককে আরও জোরে আকৃষ্ট করে। অর্থাৎ এই ধরনের বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়। ইহাদের ইলেকট্রন-আকর্ষণী শক্তির ধারা: হ্যালোজেন > OR > NH_2. ইহাদের বিক্রিয়া প্রধানতঃ নিউক্লিয়াস-প্রিয় বিকারকের সহিত এবং বিক্রিয়ার গতিপথ (mechanism) মোটামুটি এই রকম।



প্রতিস্থাপিত যৌগ

Y = প্রতিস্থাপক গ্রুপ এবং B = ক্ষারধর্মী গ্রুপ।

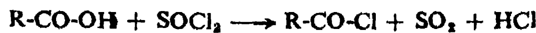
অ্যাসিড ক্লোরাইড, R-CO-Cl: ফ্যাটি অ্যাসিডের, R-CO-OH, হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা সরাসরি প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিড (বা অ্যাসিল) ক্লোরাইড, R-CO-Cl, তৈয়ার হয়। এজন্য নির্জল অ্যাসিড এবং ফসফরাস ট্রাই- বা পেন্টা-ক্লোরাইড, থাইয়োনিল ক্লোরাইড, $SOCl_2$, অথবা সালফিউরিল ক্লোরাইড, SO_2Cl_2, একত্র গরম করিতে হয়। ইহাদের সক্রিয় $-C\langle^{O}_{Cl}$ গ্রুপ অ্যালকিল গ্রুপের সহিত সংযুক্ত; অ্যালকিল ক্লোরাইডের, R-Cl, সহিত ইহাদের কিছু গঠনগত সাদৃশ্য (উভয় ক্ষেত্রে ক্লোরিন পরমাণু কার্বনের সহিত যুক্ত) থাকিলেও ধর্ম ও বিক্রিয়ায় ইহারা স্বতন্ত্র। কার্বনিল অক্সিজেন ক্লোরিনের সক্রিয়তা প্রভাবিত করে।



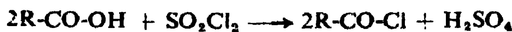
$$3R\text{-}CO\text{-}OH + PCl_3 \longrightarrow 3R\text{-}CO\text{-}Cl + H_3PO_3$$



$$R\text{-}CO\text{-}OH + PCl_5 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

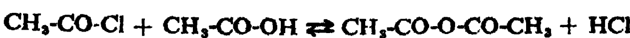


$$R\text{-}CO\text{-}OH + SOCl_2 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}Cl + SO_2 + HCl$$



$$2R\text{-}CO\text{-}OH + SO_2Cl_2 \longrightarrow 2R\text{-}CO\text{-}Cl + H_2SO_4$$

ফ্যাটি অ্যাসিডের লবণ শিল্পে ব্যবহৃত হয়; ইহা অ্যাসিড অপেক্ষা শস্তা ও বিক্রিয়ার ধরন অনুরূপ। উৎপন্ন অ্যাসিড ক্লোরাইড ও অবিকৃত ফ্যাটি অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সামান্য অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + CH_3\text{-}CO\text{-}OH \rightleftharpoons CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড   অ্যাসিটিক অ্যাসিড   অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

নামকরণ : মূল অ্যাসিডের নামের সর্বশেষ 'ক' স্থানে 'ল' এবং পরে 'ক্লোরাইড' যোগ করিলে ইহাদের সাধারণ নাম পাওয়া যায় ; যথা ফরমিল ক্লোরাইড, $HCOCl$, অ্যাসিটিল ক্লোরাইড, CH_3-$COCl$, প্রোপাইয়োনিল ক্লোরাইড, CH_3-CH_2-$COCl$, ইত্যাদি। IUPAC পদ্ধতিতে ইহারা যথাক্রমে মিথানোয়িল ক্লোরাইড, ইথানোয়িল ক্লোরাইড এবং প্রোপানোয়িল ক্লোরাইড। অ্যাসিড আইয়োডাইড, R-CO-I, সবচেয়ে বেশী দামী ও নিষ্ক্রিয়। অ্যাসিড ব্রোমাইড, R-CO-Br, মাঝামাঝি এবং অ্যাসিড ক্লোরাইড সবচেয়ে শস্তা এবং সক্রিয়। কাজেই শিল্পে এবং পরীক্ষাগারে ইহাই সাধারণতঃ ব্যবহৃত হয়। সাধারণ তাপাংকে ফরমিল ক্লোরাইড অতি অস্থিতিশীল ; উৎপন্ন হইবামাত্র কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়।

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড, CH_3-$COCl$: পরীক্ষাগারে নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 76°) অথবা থাইয়োনিল ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 79°) হইতে বিনা উত্তাপে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়। জলের সংস্পর্শে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড এবং বিকারক উভয়েই বিয়োজিত হয়। পাতন কূপীতে গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (25 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড (15 cc) যোগ করা হয়। কূপীর নিম্নাংশ শীতল জল-গাহে ডুবানো থাকে ; ইহা মাঝে মাঝে ঝাঁকানো হয়। শেষে 45°-50° তাপাংকে কিছু ক্ষণ গরম করিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড চলিয়া যায়। পাতনে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড মিলে। গ্রাহক পাত্রের পার্শ্ববর্তী নল সোডা-চুন টাওয়ারের সহিত যুক্ত থাকে (২০নং চিত্র) ; ফলে আর্দ্র বায়ু ভিতরে প্রবেশ করিতে পারে না। পুনরায় পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিল ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



$$3CH_3\text{-}COOH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + H_3PO_3$$

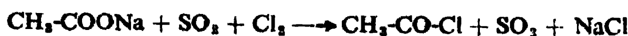
অ্যাসিটিক অ্যাসিড   অ্যাসিটিল ক্লোরাইড



$$CH_3\text{-}COOH + SOCl_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + SO_2 + HCl$$

থাইয়োনিল ক্লোরাইড   অ্যাসিটিল ক্লোরাইড

শিল্পে সাধারণ তাপাংকে নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেটের ভিতর সালফার ডাইক্সাইড ও ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিয়া অ্যাসিটিল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। পাতনে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড মিলে। শিল্পোৎপাদনের অন্য পদ্ধতিতে 85°-90° তাপাংকে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের ভিতরে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড চালিত করা হয়। আংশিক পাতনে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ যথেষ্ট।



$$CH_3\text{-}COONa + SO_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + SO_3 + NaCl$$

সোডিয়াম অ্যাসিটেট   অ্যাসিটিল ক্লোরাইড



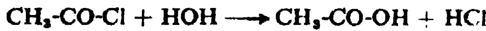
$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + CH_3\text{-}COOH$$

অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড   অ্যাসিটিল ক্লোরাইড   অ্যাসিটিক অ্যাসিড

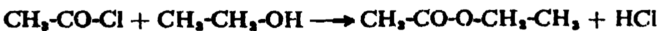
ধর্ম : অ্যাসিটিল ক্লোরাইড বর্ণহীন, দাহ্য, উদ্বায়ী তরল (স্ফুটনাংক 52° ; আঃ গুঃ

1.104); গন্ধ অতিশয় ঝাঁঝালো, গলা ও চক্ষুর পীড়াদায়ক। ইহা অ্যাসিটোন, ইথার, বেনজিন ও ক্লোরোফরমে সহজে দ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহলে বিয়োজিত হয়। মূল অ্যাসিডের তুলনায় ইহার আণবিক ওজন বেশী কিন্তু স্ফুটনাংক অনেক কম; কারণ হাইড্রোজেন বন্ধনে অ্যাসিড ক্লোরাইডের অণু সংযোজিত হইতে পারে না। বায়ুর জলীয় বাষ্প অ্যাসিটিল ক্লোরাইডকে অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে বিয়োজিত করে; এই জন্য ইহাকে আর্দ্র বায়ুতে ধূমায়মান দেখায়।

বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** সাধারণ তাপাংকে জল অ্যাসিটিল ক্লোরাইডকে অতি দ্রুত অ্যাসিটিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + HOH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}OH + HCl$$
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(২) **অ্যালকোহলের সহিত:** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড বিনা উত্তাপে প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ অ্যাসিটিল গ্রুপ, $CH_3\text{-}CO\text{-}$, দ্বারা দ্রুত প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যালকিল অ্যাসিটেট ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠন করে। ক্ষারধর্মী পিরিডিন সঙ্গে সঙ্গে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বিশোষণ করিয়া বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। এই পদ্ধতির নাম অ্যাসিটিলেশন; জৈব যৌগে হাইড্রক্সিল গ্রুপের উপস্থিতি এবং তাহার মাত্রিক নিরূপণ এই ভাবে করা হয়। কোন কোন অ্যাসিডের এস্টার মামুলী ধরনে প্রস্তুত করা কঠিন; অ্যাসিডকে প্রথমে অ্যাসিল ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করিয়া পরে অ্যালকোহলের সহিত বিক্রিয়ায় এস্টার তৈয়ার করা চলে। টারশিয়ারী অ্যালকোহল এই বিক্রিয়ায় টারশিয়ারী ক্লোরাইড অথবা অ্যালকিন গঠন করে।

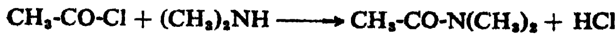

$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + HCl$$
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল অ্যাসিটেট

(৩) **অ্যামোনিয়া ও অ্যামিনের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের ক্লোরিন অ্যামিনো গ্রুপ, $-NH_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিট্যামাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2$, ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠন করে। অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইডকে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + H\text{-}NH_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + HCl$$
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিট্যামাইড

অনুরূপ ভাবে প্রাইমারী অ্যামিন, $R\text{-}NH_2$, এবং সেকেণ্ডারী অ্যামিন, R_2NH, অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের সহিত যথাক্রমে মনো-অ্যালকিল- ও ডাই-অ্যালকিল-অ্যাসিট্যামাইড উৎপাদন করে। এই উপায়ে যৌগে অ্যামিনো, $-NH_2$, বা ইমিনো, $-NH-$, গ্রুপের সংখ্যা নির্ণয় করা চলে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + CH_3\text{-}NH_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CH_3 + HCl$$
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড মিথাইলঅ্যামিন মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড



$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + (CH_3)_2NH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}N(CH_3)_2 + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড

(৪) **অ্যানহাইড্রাইড গঠন:** নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও অ্যাসিটিল ক্লোরাইড বিনা উত্তাপে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে।

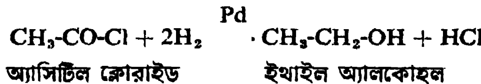


$$CH_3\text{-}COONa + CH_3\text{-}CO\text{-}Cl \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + NaCl$$

সোডিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

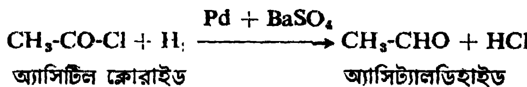
সোডিয়াম ইথোক্সাইড ও ইথাইল আইয়োডাইড হইতে ডাই-ইথাইল ইথারের উৎপত্তির সহিত এই বিক্রিয়ার সাদৃশ্য লক্ষ্যণীয়।

(৫) **বিজারণ:** প্যালাডিয়াম ও হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল ক্লোরাইডকে ইথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। কিন্তু বেরিয়াম-সালফেট-দ্বারা-বিষাক্ত প্যালাডিয়াম এই বিজারণ অ্যাসিট্যালডিহাইডে থামায়। অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের ফুটন্ত জাইলিন দ্রবণে হাইড্রোজেন চালিত করা হয়। এই উপায়ে অ্যাসিডকে পরোক্ষ ভাবে মূল অ্যালডিহাইডে রূপান্তরিত করা যায়। লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (ইথার দ্রবণে) অ্যাসিটিল ক্লোরাইডকে ইথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। অ্যাসিডকে সরাসরি অ্যালডিহাইডে বিজারণ করা কঠিন।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + 2H_2 \xrightarrow{Pd} CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ইথাইল অ্যালকোহল

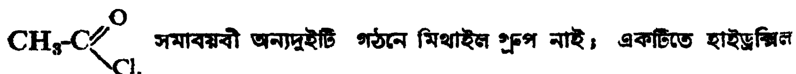


$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + H_2 \xrightarrow{Pd + BaSO_4} CH_3\text{-}CHO + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিট্যালডিহাইড

ব্যবহার: জৈব সংশ্লেষণে অ্যাসিটিলেশনের জন্য অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়। ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপাদনে ইহা অনুঘটক। অ্যাস্পিরিন, অ্যাসিটোফিনোন, অ্যাসিট্যানিলাইড প্রভৃতি ইহা হইতে প্রস্তুত হয়।

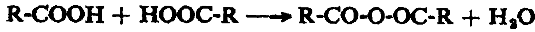
আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের আণবিক সংকেত C_2H_3OCl. (ii) অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে ইহার উৎপত্তি এবং আর্দ্র-বিশ্লেষে পুনরায় অ্যাসিটিক অ্যাসিডে পরিণতি; সুতরাং ইহাতে একটি মিথাইল গ্রুপ, $-CH_3$, আছে। (iii) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিডের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিটিল ক্লোরাইড উৎপাদন করে। অতএব অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের আণবিক গঠন:



$CH_3\text{-}C(=O)Cl$. সমাবয়বী অন্যদুইটি গঠনে মিথাইল গ্রুপ নাই; একটিতে হাইড্রক্সিল গ্রুপ ও দ্বিবন্ধ আছে যাহা অ্যাসিটিল ক্লোরাইডে নাই:



অ্যানহাইড্রাইড: দুই অণু একক্ষারীয় অ্যাসিড হইতে এক অণু জল অপসারিত হইলে অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন হয়। অ্যালকোহল হইতে অনুরূপ ভাবে ইথারের উৎপত্তি।



$$R\text{-}COOH + HOOC\text{-}R \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}R + H_2O$$

অ্যাসিড অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড

অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইডকে অ্যাসিল অক্সাইড বলা চলে যেমন ইথারকে বলা হয় অ্যালকিল অক্সাইড। ইহাদের সাধারণ আণবিক সংকেত R-CO-O-OC-R অর্থাৎ R-C-O-C-R.



ইহাতে দুইটি কার্বনিল কার্বন ইথার বন্ধনে সংযুক্ত। অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইডের অ্যালকিল গ্রুপ দুইটি অভিন্ন হইলে ইহা সরল বা প্রতিসম (symmetrical); দৃষ্টান্ত: অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3$; বিভিন্ন হইলে অ্যানহাইড্রাইড মিশ্র বা অপ্রতিসম। উদাহরণ: অ্যাসিটিক প্রোপাইয়োনিক অ্যানহাইড্রাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_2\text{-}CH_3$. মিশ্র অ্যানহাইড্রাইড সাধারণতঃ অস্থিতিশীল; সাধারণ তাপাংকে ধীরে ধীরে, এবং উত্তপ্ত অবস্থায় দ্রুত ইহা দুই সরল অ্যানহাইড্রাইডে রূপান্তরিত হয়। ফরমিক অ্যানহাইড্রাইড অজ্ঞাত। ফরমিক ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মিশ্র অ্যানহাইড্রাইড (স্ফুটনাংক 33°/19 mm) জানা আছে কিন্তু ইহা নিম্ন তাপাংকেও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও ফরমিক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। শেষোক্ত যৌগ পুনঃ ফরমিক অ্যাসিড ও কার্বন মনোক্সাইডে বিয়োজিত হয়।



$$2H\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + H\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}H$$

অ্যাসিটিক ফরমিক অ্যানহাইড্রাইড — অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড — ফরমিক অ্যানহাইড্রাইড





$$HCOOH + CO$$

ফরমিক অ্যাসিড

অধস্তন অ্যানহাইড্রাইডসমূহ অনুরূপ ফ্যাটি অ্যাসিডকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বা ফসফরাস পেন্টক্সাইড দ্বারা নিরুদিত করিয়া প্রস্তুত করা সম্ভব কিন্তু উৎপাদনের পরিমাণ সামান্য। মূল অ্যাসিডের নামের শেষাংশ 'অ্যাসিড' 'অ্যানহাইড্রাইড' দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইডের সাধারণ ও IUPAC নাম পাওয়া যায়।

অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3$: গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও ফসফরাস পেন্টক্সাইড খাড়া-কনডেনসার-যুক্ত কাঁচ কূপীতে কয়েক ঘণ্টা ফুটাইলে সামান্য অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড পাওয়া যায়। প্রস্তুত প্রণালী হিসাবে ইহা অচল।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে:** পাতন কূপীতে অতিরিক্ত নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট চূর্ণ (50 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল (খাড়া কনডেনসারের সহিত যুক্ত) হইতে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (30 cc) ধীরে ধীরে যোগ

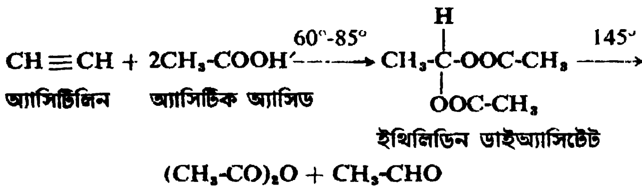
করা হয়। কুপীর নিম্নাংশ ঠাণ্ডা জলে ডুবানো থাকে। ইহা মাঝে মাঝে ঝাঁকানো হয়। অবশেষে দশ মিনিট ফুটন্ত জলে গরম করিলে বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটে। পাতন করিলে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (স্ফুটনাংক 140°) পাওয়া যায়। পুনঃপাতন দ্বারা ইহা পরিশোধন করা হয়। দামে শস্তা $POCl_3$ এবং $SOCl_2$ অ্যাসিটিল ক্লোরা-ইডের বদলে ব্যবহৃত হইতে পারে।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + NaOOC\text{-}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + NaCl$$

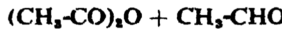
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড সোডিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

শিল্পোৎপাদন: (i) স্বাভাবিক বায়ুচাপে 60°-85° তাপাংকে মারকিউরিক অক্সাইড এবং মারকিউরাস লবণের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিন গ্যাস অতিরিক্ত নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে চালিত করিলে ইথিলিডিন ডাইঅ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে 145° তাপাংকে ইহা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিয়োজিত হয়। আংশিক পাতন করিলে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ 97% এবং বিশুদ্ধতার মান অতি উচ্চ। অ্যাসিটিক অ্যাসিড অতিরিক্ত না থাকিলে ভিনাইল অ্যাসিটেট, $CH_3\text{-}COO\text{-}CH{=}CH_2$, উৎপন্ন হয়।



$$CH{\equiv}CH + 2CH_3\text{-}COOH \xrightarrow{60^\circ\text{-}85^\circ} CH_3\text{-}\underset{OOC\text{-}CH_3}{\overset{H}{C}}\text{-}OOC\text{-}CH_3 \xrightarrow{145^\circ}$$

অ্যাসিটিলিন অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইথিলিডিন ডাইঅ্যাসিটেট



$$(CH_3\text{-}CO)_2O + CH_3\text{-}CHO$$

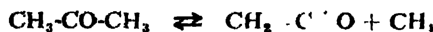
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড অ্যাসিট্যালডিহাইড

(ii) অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে সরাসরি অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড তৈয়ার হয় না। 700° তাপাংকে ফসফরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিক অ্যাসিডকে কিটিনে (অতি সক্রিয় গ্যাস) নিরুদিত করা হয়। সাধারণ তাপাংকে নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে কিটিন চালিত করিলে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন হয়; বিশুদ্ধতা 90%. আংশিক পাতনে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড মিলে। অ্যাসিটোন বাষ্প 700° তাপাংকে কপার নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিলেও কিটিন পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}COOH \rightleftharpoons CH_2{=}C{=}O + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড কিটিন



$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \rightleftharpoons CH_2{=}C{=}O + CH_4$$

অ্যাসিটোন কিটিন

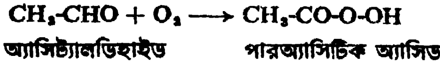


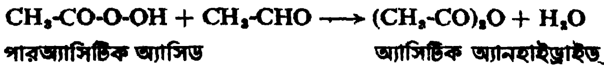
$$CH_3\text{-}COOH + CH_2{=}C{=}O \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড কিটিন অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

(iii) **অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে:** 50°-70° তাপাংকে 4 বায়ুচাপে মিশ্র অনুঘটকের (কপার ও কোবাল্ট অ্যাসিটেট) উপস্থিতিতে অ্যাসিট্যালডিহাইডের ভিতর বায়ু প্রবাহিত

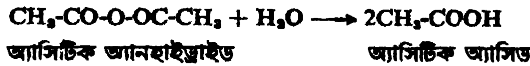
করিলে পারঅ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অবিকৃত অ্যাসিট্যালডিহাইডের সহিত ইহা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। প্রাকৃতিক গ্যাস হইতে উৎপন্ন অ্যাসিটিলিন প্রধানতঃ অ্যাসিট্যালডিহাইডে রূপান্তরিত হয়।


$$CH_3\text{-}CHO + O_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OH$$
অ্যাসিট্যালডিহাইড পারঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

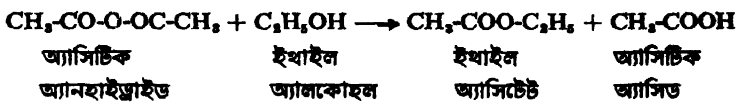

$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OH + CH_3\text{-}CHO \longrightarrow (CH_3\text{-}CO)_2O + H_2O$$
পারঅ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

ধর্ম: অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড বর্ণহীন, প্রশম তরল (স্ফুটনাংক 140°; আঃ গুঃ 1.082); জলে সামান্য দ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ও অ্যাসিটোনে অতি দ্রবণীয়। ইহার গন্ধ ঝাঁঝালো, অনেকটা অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মত। আর্দ্র বায়ুতে ইহা ধূম উৎপাদন করে না। ঠাণ্ডা জল ধীরে ধীরে ও গরম জল দ্রুত ইহাকে পুনরায় অ্যাসিটিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।

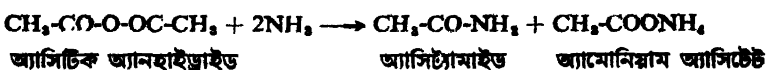
বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) জলের তুলনায় দ্রুত এবং লঘু কস্টিক সোডা আরও দ্রুত অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে; উৎপন্ন অ্যাসিটিক অ্যাসিডের পরিমাণ মাত্রিক। ইথার বন্ধনের, C-O-C, দুইটি কার্বন কার্বনিল গ্রুপ গঠন করায় এই বন্ধন দুর্বল। ইথার অপেক্ষা অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড সেই জন্য অধিকতর সক্রিয়। ইথারের আর্দ্র-বিশ্লেষ অতি কঠিন।

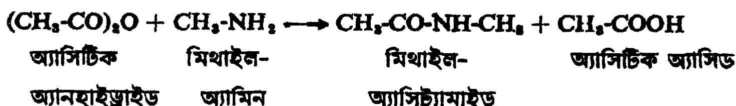

$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + H_2O \longrightarrow 2CH_3\text{-}COOH$$
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(২) **এস্টার গঠন:** প্রাইমারী এবং সেকেণ্ডারী (কিন্তু টারশিয়ারী নয়) অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড উত্তাপে অনুরূপ অ্যাসিটেটে (এস্টারে) রূপান্তরিত হয়। অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও অ্যালকোহলের বিক্রিয়া অপেক্ষা ইহা মন্থরতর।

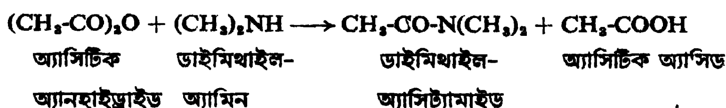

$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + CH_3\text{-}COOH$$
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৩) **অ্যামাইড গঠন:** অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও গাঢ় অ্যামোনিয়া মিশাইলেই অ্যাসিট্যামাইড উৎপন্ন হয়। প্রাইমারী অ্যামিন, $R\text{-}NH_2$, এবং সেকেণ্ডারী অ্যামিন, R_2NH, অনুরূপ ভাবে যথাক্রমে অ্যালকিলঅ্যাসিট্যামাইড ও ডাইঅ্যালকিলঅ্যাসিট্যামাইড গঠন করে। এই সকল যৌগ স্ফটিকাকার এবং ইহাদের গলনাংক সুনির্দিষ্ট; তাই প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিন শনাক্তকরণে ইহারা বিশেষ সহায়ক।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + 2NH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + CH_3\text{-}COONH_4$$
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড অ্যাসিট্যামাইড অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট

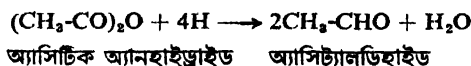


$$(CH_3\text{-}CO)_2O + CH_3\text{-}NH_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CH_3 + CH_3\text{-}COOH$$

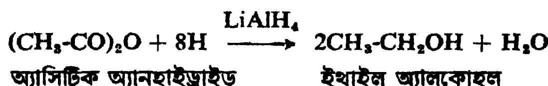


$$(CH_3\text{-}CO)_2O + (CH_3)_2NH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}N(CH_3)_2 + CH_3\text{-}COOH$$

(৪) **বিজারণ:** মৃদু বিজারক (যেমন সোডিয়াম অ্যামালগাম) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে বিজারিত করে কিন্তু তীব্র বিজারক (যথা ইথারে দ্রবীভূত লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড) ইহাকে সরাসরি ইথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করে।

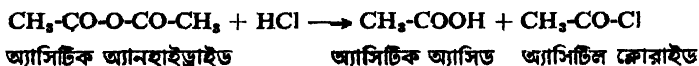


$$(CH_3\text{-}CO)_2O + 4H \longrightarrow 2CH_3\text{-}CHO + H_2O$$



$$(CH_3\text{-}CO)_2O + 8H \xrightarrow{LiAlH_4} 2CH_3\text{-}CH_2OH + H_2O$$

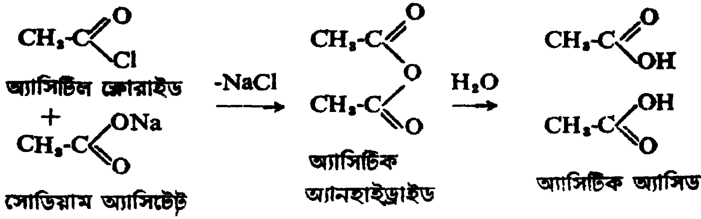
(৫) **অ্যাসিটিল ক্লোরাইড গঠন:** নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস (অথবা ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড) এবং অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড গরম করিলে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। এই বিক্রিয়ার কোন ব্যবহারিক গুরুত্ব নাই।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3\text{-}COOH + CH_3\text{-}CO\text{-}Cl$$

ব্যবহার: অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সর্বপ্রধান প্রয়োগ সেলুলোজ অ্যাসিটেট উৎপাদনে যাহা হইতে কৃত্রিম রেশম (রেয়ন) প্রস্তুত হয়, বার্ণিশ তৈয়ার হয়। অ্যাস্পিরিন, ফিনাইল অ্যাসিটেট, অ্যাসিট্যানিলাইড প্রভৃতির উৎপাদনে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের প্রয়োজন হয়। কোন অজ্ঞাত যৌগে হাইড্রক্সিল গ্রুপের অস্তিত্ব ও তাহার সংখ্যা নিরূপণে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের মত) ব্যবহৃত হয়। নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট, জিংক ক্লোরাইড অথবা পিরিডিন অ্যাসিটিলেশন বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। রঞ্জক উৎপাদনেও ইহার প্রয়োজন।

আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের আণবিক সংকেত $C_4H_6O_3$. (ii) অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম অ্যাসিটেট হইতে ইহার উৎপত্তি, অতএব দুইটি কার্বনিল গ্রুপ, $>C=O$, ইথার বন্ধনে যুক্ত। ইথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড হইতে ইথার প্রস্তুতির সহিত ইহার সাদৃশ্য আছে। (iii) আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড দুই অণু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়। অতএব অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের আণবিক গঠন: $CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3$.



অ্যাসিড অ্যামাইড: কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের, R-CO-OH, হাইড্রক্সিল গ্রুপ, -OH, অ্যামিনো গ্রুপ, $-NH_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যাসিড অ্যামাইড, $R-CO-NH_2$, পাওয়া যায়। ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যামাইডে অম্ল ও ক্ষার ধর্ম দুইই আছে কারণ বিপরীত-ধর্মী কার্বনিল ও অ্যামিনো গ্রুপ পরস্পরকে প্রভাবিত করে। অ্যামাইডে কার্বনিল গ্রুপের প্রকৃতি পুরাপুরি প্রকাশ পায় না (যেমন পায় অ্যালডিহাইড অথবা কিটোনে) এবং অ্যামিনো গ্রুপও তাহার নিজস্ব বৈশিষ্ট্য কিছুটা হারায় (অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনে, $R-NH_2$, যাহার পূর্ণ প্রকাশ)। অ্যাসিড অ্যামাইডকে অ্যামোনিয়ার যৌগ হিসাবেও গণ্য করা চলে; অ্যামোনিয়ার, NH_3, হাইড্রোজেন অ্যাসিল গ্রুপ, R-CO-, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিড অ্যামাইড পাওয়া যায়। এক, দুই বা তিনটি হাইড্রোজেন এই ভাবে প্রতিস্থাপিত হইলে যথাক্রমে প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যাসিড অ্যামাইড উৎপন্ন হয়। প্রাইমারী অ্যাসিড অ্যামাইডের সক্রিয় গ্রুপ $-CO-NH_2$; ইহাকে অ্যামিডো গ্রুপ বলা হয়। ইউরিয়া, নাইলন ও কোন কোন α-অ্যামিনোঅ্যাসিডে (যথা অ্যাসপ্যারাজিন) অ্যামিডো গ্রুপ আছে।


$$NH_3 \longrightarrow NH_2\text{-}OC\text{-}CH_3 \longrightarrow NH(OC\text{-}CH_3)_2 \longrightarrow N(OC\text{-}CH_3)_3$$

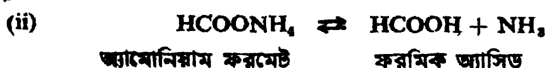
প্রাইমারী অ্যামাইড সেকেণ্ডারী অ্যামাইড টারশিয়ারী অ্যামাইড

মূল অ্যাসিডের নামের শেষ অংশ '-ইক অ্যাসিড' (বা 'য়োইক অ্যাসিড')-এর বদলে '-অ্যামাইড' যোগ করিয়া অ্যাসিড অ্যামাইডের সাধারণ নামকরণ করা হয়। যথা ফরম্যামাইড, $H-CO-NH_2$, অ্যাসিট্যামাইড, $CH_3-CO-NH_2$, ক্যাপ্র্যামাইড, $C_5H_{11}-CO-NH_2$, ইত্যাদি। IUPAC পদ্ধতিতেও নামকরণ অনুরূপ; যেমন মিথান্যামাইড, $HCO-NH_2$, ইথান্যামাইড, $CH_3-CO-NH_2$, 2-মিথাইল-প্রোপান্যামাইড, $CH_3-CH(CH_3)-CO-NH_2$, যথাক্রমে মিথানোয়িক, ইথানোয়িক ও 2-মিথাইলপ্রোপানোয়িক অ্যাসিডের অ্যামাইড। নাইট্রোজেনের সহিত অ্যালকিল (অথবা অ্যারিল, যেমন C_6H_5-) গ্রুপ যুক্ত থাকিলে ইহার বা ইহাদের নাম মূল অ্যাসিডের আগে উল্লিখিত হয়, যথা *N*-মিথাইল-অ্যাসিট্যামাইড, $CH_3-CO-NH(CH_3)$; *N*-মিথাইল-*N*-ইথাইল-ইথান্যামাইড, $CH_3-CO-N(CH_3)(C_2H_5)$. ডাইমিথাইল ফরম্যামাইডের, $H-CO-N(CH_3)_2$, ক্ষেত্রে *N* উল্লেখ নিষ্প্রয়োজন কারণ এখানে সংশয়ের অবকাশ নাই।

ফরম্যামাইড, $H\text{-}CO\text{-}NH_2$, সরলতম আণবিক গঠনের অ্যাসিড অ্যামাইড ; ফরমিক অ্যাসিডের অন্যান্য অধিকাংশ যৌগের তুলনায় ইহা যথেষ্ট স্থিতিশীল। অনার্দ্র অ্যামোনিয়াম ফরমেট ও ফরমিক অ্যাসিড ধীরে ধীরে পাতন করিয়া পরীক্ষাগারে ফরম্যামাইড তৈয়ার হয়। বিক্রিয়া (i) এবং (ii) পাশাপাশি চলিতে থাকে। ইহারা উভয়মুখী ; প্রথম বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জল বাষ্পাকারে নির্গত হয় ; কাজেই ইহার পরিসমাপ্তি ঘটে। অগ্রগামী বিক্রিয়া (ii) দমন করিতে ফরমিক অ্যাসিড মিশানো হয় ; ইহাতে উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

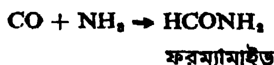


(i) $HCOONH_4 \rightleftharpoons HCO\text{-}NH_2 + H_2O$
অ্যামোনিয়াম ফরমেট ফরম্যামাইড



(ii) $HCOONH_4 \rightleftharpoons HCOOH + NH_3$
অ্যামোনিয়াম ফরমেট ফরমিক অ্যাসিড

শিল্পে 100° তাপাংকে চাপপিষ্ট ($100\ kg/cm^2$) কার্বন মনোক্সাইড ও অ্যামোনিয়া মিথাইল অ্যালকোহলে দ্রবীভূত সোডিয়াম মিথোক্সাইডের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিয়া ফরম্যামাইড তৈয়ার হয়।

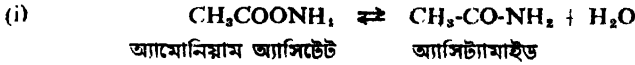


$$CO + NH_3 \rightarrow HCONH_2$$
ফরম্যামাইড

ফরম্যামাইড জলাকর্ষী তরল (স্ফুটনাংক 193°; আঃ গুঃ 1.134); গন্ধ অ্যামোনিয়ার মত। ইহা জল ও অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয় কিন্তু ইথারে অদ্রবণীয়। স্ফুটনাংকে ইহা কার্বন মনোক্সাইড ও অ্যামোনিয়ায় আংশিক বিয়োজিত হয় (অন্য কোন অ্যামাইড স্ফুটনাংকে বিয়োজিত হয় না)। অ্যামাইডে, $R\text{-}CO\text{-}NH_2$, কার্বনের সহিত অধিকতর ইলেকট্রন-আকর্ষী অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন যুক্ত থাকায় কার্বনের আংশিক পজিটিভ চার্জের পরিমাণ বৃদ্ধি পাইয়াছে। ফলে ফরম্যামাইড যথেষ্ট পোলার এবং দ্রাবক হিসাবে ইহা আয়ন-গঠনে সহায়ক (ইহার ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবক 84). জৈব পোলার বিক্রিয়ায় ফরম্যামাইড দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়। অ্যাক্রাইলিক কৃত্রিম আঁশ তৈয়ার করিতে ডাইমিথাইলফরম্যামাইডের ভূমিকা দ্রাবকের। ফরম্যামাইড হইতে জল অপসারণ করিয়া হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড, $H\text{-}CN$, তৈয়ার হয়। শিল্পে ও পরীক্ষাগারে ফরম্যামাইড একটি উৎকৃষ্ট দ্রাবক।

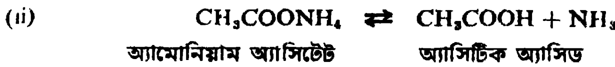
অ্যাসিট্যামাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2$: অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেটের আংশিক নিরুদন করিয়া পরীক্ষাগারে অ্যাসিট্যামাইড তৈয়ার হয়। অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট স্ফটিক (50 g) ও নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (50 cc) কাঁচ কুপীতে লইয়া দীর্ঘ-কাঁচ-নলযুক্ত ছিপি ইহার মুখে আঁটিয়া 45 মিনিট ফুটাইলে অ্যাসিট্যামাইড উৎপন্ন হয়। খাড়া কাঁচ নল কনডেনসারের কাজ করে ; বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জল বাষ্পাকারে নির্গত হয় (শীতল কনডেনসারে ইহা সম্ভব নয়) ; ফলে উভয়মুখী হইলেও অগ্রগামী বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটে।

নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড আনুষঙ্গিক অগ্রগামী বিক্রিয়া (ii) দমন করে, ইহাতে অ্যাসিট্যামাইডের উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। কাঁচ কূপী কিছুটা ঠাণ্ডা হইলে, উৎপন্ন দ্রব্য পাতন কূপী হইতে (কাঁচ নল কনডেনসাররূপে ব্যবহার করিয়া) পাতন করা হয়। নতুবা অ্যাসিট্যামাইড (গলনাংক 82°) জমাট বাঁধিয়া শীতল কনডেনসারের নল অবরুদ্ধ করে। অ্যালকোহলীয় দ্রবণ হইতে কেলাসিত করিয়া বিশুদ্ধ অ্যাসিট্যামাইড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.



(i) $$CH_3COONH_4 \rightleftharpoons CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

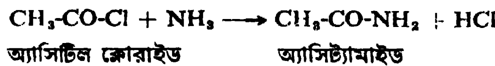
অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট — অ্যাসিট্যামাইড



(ii) $$CH_3COONH_4 \rightleftharpoons CH_3COOH + NH_3$$

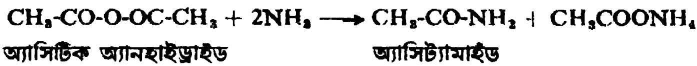
অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট — অ্যাসিটিক অ্যাসিড

সাধারণ তাপাংকে গাঢ় অ্যামোনিয়া এবং অ্যাসিটিল ক্লোরাইড, অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড অথবা ইথাইল অ্যাসিটেটের বিক্রিয়ায়ও অ্যাসিট্যামাইড উৎপন্ন হয়।



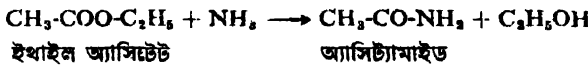
$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + NH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড — অ্যাসিট্যামাইড



$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}OC\text{-}CH_3 + 2NH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + CH_3COONH_4$$

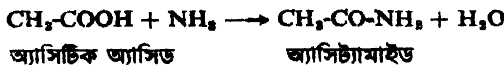
অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড — অ্যাসিট্যামাইড



$$CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + NH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + C_2H_5OH$$

ইথাইল অ্যাসিটেট — অ্যাসিট্যামাইড

শিল্পোৎপাদনে খাড়া-কনডেনসারসহ নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও গাঢ় অ্যামোনিয়া কয়েক ঘণ্টা ফুটানো হয়। অবিকৃত অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট (অ্যামোনিয়া ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন) অপসারণ করিয়া পরবর্তী প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।



$$CH_3\text{-}COOH + NH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড — অ্যাসিট্যামাইড

ধর্ম: অ্যাসিট্যামাইড সাদা, জলাকর্ষী স্ফটিক (গলনাংক 82°; স্ফুটনাংক 221°); অতি বিশুদ্ধ হইলে গন্ধহীন কিন্তু সামান্য মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড থাকিলে গন্ধ ইঁদুরের মত। ইহা ইথার ও অ্যালকোহলে অতি দ্রবণীয়।

ব্যবহার: (i) জৈব ও অজৈব পদার্থের বহুমুখী দ্রাবকরূপে অ্যাসিট্যামাইড ব্যবহৃত হয়। (ii) রঞ্জন শিল্পে এবং ইউরিয়া-প্লাস্টিক ছাঁচে ঢালাই করিতে ইহার প্রয়োজন। (iii) কতিপয় ঔষধ ও কীটনাশক দ্রব্য ইহা হইতে তৈয়ার হয়।

আণবিক গঠন: (i) অ্যাসিট্যামাইডের আণবিক সংকেত C_2H_5ON. (ii) ইহার সহিত নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়া হইতে একটি অ্যামিনো গ্রুপের, $-NH_2$, আভাস পাওয়া যায়। (iii) আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাসিটিক অ্যাসিডের উৎপত্তি ইহাতে

$CH_3\text{-}C\!\!\lessgtr^{O}$ গ্রুপ সূচিত করে। অতএব অ্যাসিট্যামাইডের আণবিক গঠন $CH_3\text{-}C(=O)\text{-}NH_2$. বিজারণে ইথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, পাওয়া এই গঠনের অনুকূলে।

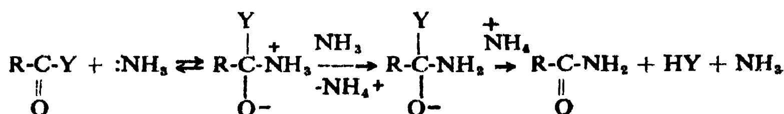
সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ হইতে:** ফ্যাটি অ্যাসিডের নির্জল অ্যামোনিয়াম লবণ ধীরে ধীরে গরম করিলে ঐ অ্যাসিডের অ্যামাইড পাওয়া যায়। সঙ্গে কিছু মুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড থাকিলে উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।



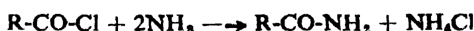
$$R\text{-}CO\text{-}ONH_4 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যামোনিয়াম লবণ অ্যামাইড

(২) **অ্যাসিড ক্লোরাইড, অ্যানহাইড্রাইড বা এস্টার হইতে:** নিম্ন তাপাংকে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ার (গাঢ়, জলীয়) সহিত অ্যাসিড ক্লোরাইড ইত্যাদি মিশাইলে অ্যাসিড অ্যামাইড উৎপন্ন হয়। অ্যাসিড ক্লোরাইডের বিক্রিয়া অতি দ্রুত, অ্যানহাইড্রাইডের মোটামুটি দ্রুত এবং এস্টারের বিক্রিয়া মন্থর (অ্যামোনিয়া ও এস্টার দুই-মুখবন্ধ-নলে উত্তপ্ত করা প্রয়োজন হইতে পারে)। এই তিনটি বিক্রিয়ার গতিপথ সাধারণ:



$$R\text{-}C(=O)\text{-}Y + :NH_3 \rightleftharpoons R\text{-}C(Y)(O^-)\text{-}\overset{+}{N}H_3 \xrightarrow[-NH_4^+]{NH_3} R\text{-}C(Y)(O^-)\text{-}NH_2 \xrightarrow{\overset{+}{N}H_4} R\text{-}C(=O)\text{-}NH_2 + HY + NH_3$$



$$R\text{-}CO\text{-}Cl + 2NH_3 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}NH_2 + NH_4Cl$$



$$(R\text{-}CO)_2O + 2NH_3 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}NH_2 + R\text{-}COO\text{-}NH_4$$



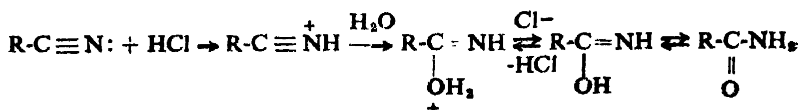
$$R\text{-}COO\text{-}R' + NH_3 \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}NH_2 + R'\text{-}OH$$

(৩) **অ্যালকিল সায়ানাইড হইতে:** আংশিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যালকিল সায়ানাইড অ্যাসিড অ্যামাইডে রূপান্তরিত হয় (পূর্ণ আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাসিড পাওয়া যায়)। শীতল গাঢ় সালফিউরিক (অথবা হাইড্রোক্লোরিক) অ্যাসিডে সায়ানাইডের দ্রবণ বরফ-জলে ঢালিলে কিংবা ক্ষারীয় হাইড্রোজেন পারক্সাইড ও অ্যালকিল সায়ানাইড ঈষৎ গরম করিলে আংশিক আর্দ্র-বিশ্লেষ ঘটে।



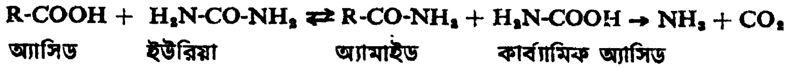
$$R\text{-}C\equiv N + H_2O \xrightarrow{H^+} R\text{-}CO\text{-}NH_2$$

বিক্রিয়ার গতিপথ মোটামুটি এই রকম:

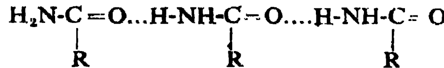


$$R\text{-}C\equiv N: + HCl \rightarrow R\text{-}C\equiv \overset{+}{N}H \xrightarrow{H_2O} R\text{-}C(\overset{+}{O}H_2)=NH \underset{-HCl}{\overset{Cl^-}{\rightleftharpoons}} R\text{-}C(OH)=NH \rightleftharpoons R\text{-}C(=O)\text{-}NH_2$$

(৪) **ফ্যাটি অ্যাসিড হইতে:** ইউরিয়া এবং ফ্যাটি অ্যাসিড একত্র গরম করিলে অ্যামাইড উৎপন্ন হয়। বিয়োজিত ইউরিয়া হইতে অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। অস্থিতিশীল কার্ব্যামিক অ্যাসিড বিয়োজিত হইয়া অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাইঅক্সাইডরূপে নিষ্ক্রান্ত হয়। ইহাতে বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটে।

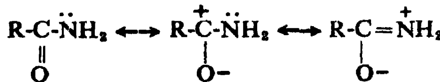

$$R\text{-}COOH + H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 \rightleftharpoons R\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2N\text{-}COOH \rightarrow NH_3 + CO_2$$

সাধারণ ধর্ম: ফরম্যামাইড বর্ণহীন তরল; অপর সকল অপ্রতিস্থাপিত (unsubstituted) অ্যামাইড বর্ণহীন, স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। ইহাদের গলনাংক এবং স্ফুটনাংক মূল অ্যাসিড অপেক্ষা উচ্চতর। ইহার কারণ এক অণুর অক্সিজেনের সহিত অপর অণুর হাইড্রোজেনের দৃঢ়তর হাইড্রোজেন বন্ধন:


$$H_2N\text{-}\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{C}}{=}O\ldots H\text{-}NH\text{-}\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{C}}{=}O\ldots H\text{-}NH\text{-}\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{C}}{=}O$$

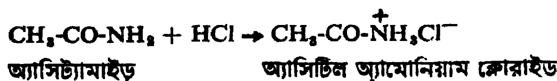
অধিকন্তু, অ্যামাইডের ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণও ইহার অন্যতম কারণ (অ্যাসিট্যামাইডের ডাইপোল মোমেন্ট 3·6 D)। অল্প আণবিক ওজনের অ্যামাইড জলে দ্রবণীয়; ইহাদের জলীয় দ্রবণে লিটমাসের রং লাল বা নীল হয় না। উর্ধ্বতন অ্যামাইড জলে আংশিক দ্রবণীয়। ইহারা অতি মৃদু ক্ষার। নির্জল অবস্থায় তীব্র অ্যাসিডের সহিত লবণ গঠন করে।

ইলেকট্রন-আকর্ষী কার্বনিল গ্রুপ কার্বন-নাইট্রোজেন বন্ধনের ইলেকট্রন কার্বনের দিকে টানে। ফলে নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন (নিঃসঙ্গ জোড়) দানের শক্তি হ্রাস পায় এবং ক্ষার হিসাবে অ্যামাইড সেই জন্য অ্যামোনিয়া অপেক্ষা মৃদুতর। প্রকৃত পক্ষে অ্যাসিট্যামাইড না আম্লিক, না ক্ষারীয় (amphoteric)। ইহার $K_a = 8.3 \times 10^{-16}$ এবং $K_b = 3.1 \times 10^{-15}$. অ্যামাইডের সংস্পন্দনশীল গঠনও এজন্য আংশিক দায়ী; নাইট্রোজেনের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন কার্বনের সহিত সাময়িক দ্বিবন্ধ গঠনে নিয়োজিত বলিয়া ইহাদের স্বাধীন সত্তা ব্যাহত।


$$R\text{-}\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}\text{-}\ddot{N}H_2 \longleftrightarrow R\text{-}\underset{\displaystyle O^-}{\underset{|}{\overset{+}{C}}}\text{-}\ddot{N}H_2 \longleftrightarrow R\text{-}\underset{\displaystyle O^-}{\underset{|}{C}}{=}\overset{+}{N}H_2$$

ইহার প্রমাণ: অ্যামাইডে C–N বন্ধনের দৈর্ঘ্য (1.28Å) স্বাভাবিকের (1.38Å) চেয়ে কম এবং C=O বন্ধনের দৈর্ঘ্য (1.47Å) স্বাভাবিকের (1.20Å) চেয়ে বেশী।

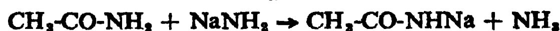
সাধারণ বিক্রিয়া: (১) **লবণ গঠন:** অ্যামাইড অতি মৃদু ক্ষার হিসাবে তীব্র অ্যাসিডের সহিত লবণ উৎপাদন করে; ইহা জলে বিয়োজিত হয়। অ্যাসিট্যামাইডের বেনজিন দ্রবণে নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস প্রবাহিত করিলে অ্যাসিটিল অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}\overset{+}{N}H_3Cl^-$$

অতি মৃদু অম্ল হিসাবে অ্যাসিট্যামাইড মারকিউরিক অক্সাইডের সহিতও লবণ গঠন করে।


$$2CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + HgO \longrightarrow (CH_3\text{-}CO\text{-}NH)_2Hg + H_2O$$

ইথার দ্রবণে ইহা সোড্যামাইডের সহিত অনুরূপ ভাবে সোডিয়াম লবণ উৎপাদন করে।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + NaNH_2 \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NHNa + NH_3$$

(২) আর্দ্র-বিশ্লেষ: অ্যামাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষ জলে অতি মন্থর; অ্যাসিড অথবা ক্ষার ইহা ত্বরান্বিত করে। অম্ল অপেক্ষা ক্ষারে বিক্রিয়া দ্রুততর। মাঝামাঝি গাঢ়, তীব্র অম্ল বা ক্ষারের ফুটন্ত জলীয় দ্রবণে অ্যাসিট্যামাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + HCl + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}COOH + NH_4Cl$$



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + NaOH \rightarrow CH_3\text{-}COONa + NH_3$$

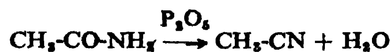
(৩) নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত: নাইট্রাস অ্যাসিড (জলীয় $NaNO_2$+HCl) অপ্রতিস্থাপিত অ্যামাইডকে (প্রাইমারী অ্যামিনের মত) সাধারণ তাপাংকে নাইট্রোজেন ও মূল অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।



$$CH_3CO\text{-}NH_2 + HO\text{-}N{=}O \rightarrow CH_3\text{-}COOH + N_2 + H_2O$$

অ্যাসিট্যামাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৪) নিরুদন: নিরুদক (যথা ফসফরাস পেন্টক্সাইড) এবং অ্যামাইড উত্তপ্ত করিলে অ্যালকিল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। PCl_5, $SOCl_2$ ইত্যাদিও কার্যকরী নিরুদক।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{P_2O_5} CH_3\text{-}CN + H_2O$$

অ্যাসিট্যামাইড মিথাইল সায়ানাইড

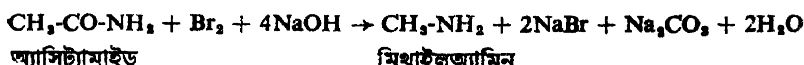
(৫) বিজারণ: সোডিয়াম ও ইথানল, হাইড্রোজেন ও অনুঘটক, অথবা লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড (ইথার দ্রবণে) প্রাইমারী অ্যামাইডকে প্রাইমারী অ্যামিনে বিজারিত করে।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{4H} CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যাসিট্যামাইড ইথাইলঅ্যামিন

(৬) হফম্যান বিয়োজন: সাধারণ তাপাংকে জলীয় কস্টিক সোডা ও ব্রোমিনের বিক্রিয়ার পর মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে অ্যামাইড অনুরূপ অ্যামিনে রূপান্তরিত হয়। অ্যামাইডের একটি কার্বন কার্বন ডাইঅক্সাইডরূপে অপসারিত হয়।

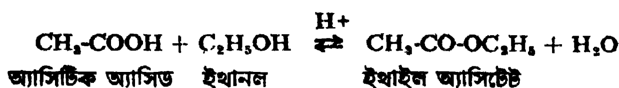


$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + Br_2 + 4NaOH \rightarrow CH_3\text{-}NH_2 + 2NaBr + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

অ্যাসিট্যামাইড মিথাইলঅ্যামিন

এস্টার: অনুকূল অবস্থায় অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের (জৈব বা অজৈব) বিক্রিয়ায় এস্টার এবং জল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া মন্থর এবং উভয়মুখী। অগ্রগামী এস্টার গঠন এবং পশ্চাৎগামী আর্দ্র-বিশ্লেষ সাম্য অবস্থায় সমান গতিতে চলিতে থাকে। অ্যাসিডের 2/3 অংশ এস্টারে রূপান্তরিত হইলে বিক্রিয়া সাম্য অবস্থায় পৌঁছে। তীব্র অ্যাসিড অনুঘটকরূপে এই বিক্রিয়া দ্রুততর করে। উৎপন্ন জল বিশোষণ বা অপসারণ করিলে বিক্রিয়া সমাপ্ত হয়, অর্থাৎ প্রায় হিসাবমত এস্টার পাওয়া যায়। অল্প পরিমাণ

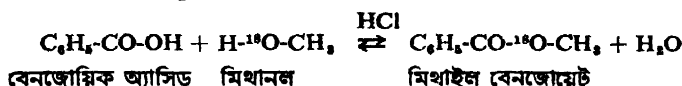
গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড কিংবা নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইডসহ অ্যালকোহল এবং অ্যাসিড ফুটাইলে যথেষ্ট এস্টার পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}COOH + C_2H_5OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3\text{-}CO\text{-}OC_2H_5 + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইথানল ইথাইল অ্যাসিটেট

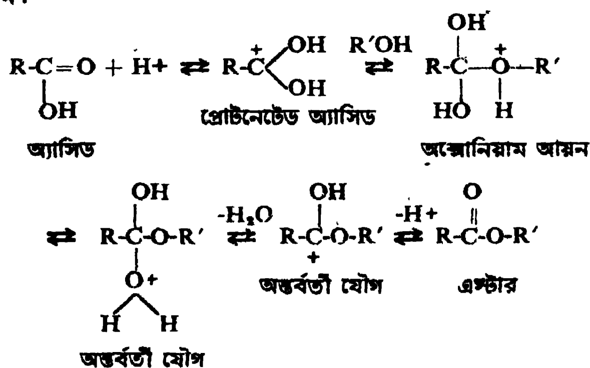
বেনজোয়িক অ্যাসিড ও ^{18}O আইসোটোপ-বিশিষ্ট মিথানলের বিক্রিয়ায় প্রমাণিত হইয়াছে যে অ্যালকোহলের O-H বন্ধন এস্টার গঠনের প্রক্রিয়ায় বিচ্ছিন্ন হয়। বিক্রিয়ায় সাধারণ জল, H_2O, উৎপন্ন হয়।



$$C_6H_5\text{-}CO\text{-}OH + H\text{-}^{18}O\text{-}CH_3 \overset{HCl}{\rightleftharpoons} C_6H_5\text{-}CO\text{-}^{18}O\text{-}CH_3 + H_2O$$

বেনজোয়িক অ্যাসিড মিথানল মিথাইল বেনজোয়েট

এস্টার গঠনের গতিপথ এস্টারের আর্দ্র-বিশ্লেষ বিক্রিয়া হইতে অনুমিত; ইহা মোটামুটি এই রকম:



সমগণীয় এস্টার পর্যায়ের সাধারণ আণবিক সংকেত R-CO-OR′; ইহাদের সক্রিয় গ্রুপের, $-C\overset{O}{\underset{OR'}{<}}$, নাম অ্যালকোক্সিকার্বনিল।

নামকরণ: সাধারণ এবং IUPAC পদ্ধতিতে এস্টারের নামকরণে অ্যালকোহলের অ্যালকিল গ্রুপ প্রথমে উল্লিখিত হয়। পরে ইহার সহিত যুক্ত হয় অ্যাসিডের নামের শেষ অংশ '-ইক অ্যাসিড'-কে '-এট'-এ পরিবর্তন করিয়া। যথা $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOC_2H_5$ -কে বলা হয় ইথাইল প্রোপাইয়োনেট (সাধারণ নাম) অথবা ইথাইল প্রোপানোয়েট (IUPAC নাম)। অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনকারী গ্রুপের অবস্থান যথারীতি α, β, γ অথবা 1, 2, 3 দ্বারা সূচিত হয়; যথা $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_3$ মিথাইল β-হাইড্রক্সি-বিউটাইরেট অথবা মিথাইল 3-হাইড্রক্সিবিউটানোয়েট।

প্রকৃতিতে নানা ভাবে এস্টার ছড়ানো রহিয়াছে; তৈল, চর্বি, জান্তব মোম প্রভৃতি গ্লিসিরল অথবা মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল এবং উর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টার।

সুগন্ধি ফলে ও ফুলে বিবিধ এস্টার সামান্য পরিমাণে আছে। এই সকল এস্টার (কৃত্রিম) খাদ্য সুরভিত করিতে ব্যবহৃত হয়।

সমাবয়বতা: (i) অ্যালকিল গ্রুপ (অ্যাসিড বা অ্যালকোহলের) ঘটিত: যথা CH_3-CH_2-CH_2-COO-C_2H_5, ইথাইল বিউটাইরেট, এবং $(CH_3)_2$CH-COO-C_2H_5, ইথাইল আইসোবিউটাইরেট। CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH_3, প্রোপাইল অ্যাসিটেট, এবং CH_3-COO-CH$(CH_3)_2$, আইসোপ্রোপাইল অ্যাসিটেট।

(ii) অ্যাসিড ও অ্যালকোহল উভয়ের কার্বন-শৃংখল-ঘটিত: যথা $C_5H_{10}O_2$ সমাবয়বী মিথাইল বিউটাইরেট, $C_3H_7COOCH_3$, ইথাইল প্রোপাইয়োনেট, $C_2H_5COOC_2H_5$, প্রোপাইল অ্যাসিটেট, $CH_3COOC_3H_7$, এবং বিউটাইল ফরমেটের, $HCOOC_4H_9$, আণবিক সংকেত।

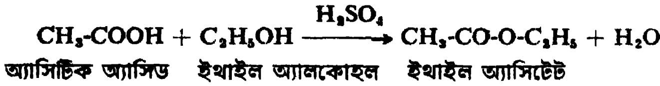
(iii) এস্টার এবং ফ্যাটি অ্যাসিড-ঘটিত: যথা মিথাইল অ্যাসিটেট, CH_3COOCH_3, এবং প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, CH_3-CH_2-COOH.

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যালকোহল এবং অ্যাসিড হইতে:** এস্টার প্রস্তুতির সাধারণ পদ্ধতি খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কূপীতে অ্যাসিড, অ্যালকোহল (আণবিক ওজনের অনুপাতে) এবং অনুঘটক (সালফিউরিক বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) কয়েক ঘন্টা ফুটানো। উৎপাদন বৃদ্ধির উপায় অতিরিক্ত অ্যাসিড বা অ্যালকোহল (যেটি দামে শস্তা) অথবা অতিরিক্ত সালফিউরিক অ্যাসিড (জল বিশোষণকারী) যোগ করা। জল অপসারণের অপর উপায় বেনজিন মিশানো—অ্যাজিওট্রোপরূপে জলসহ নিম্ন তাপাংকে ইহা প্রথমে চলিয়া যায়। একই অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন এস্টারের পরিমাণ: প্রাইমারী > সেকেণ্ডারী > টারশিয়ারী অ্যালকোহল। ইহার কারণ অ্যালকিল গ্রুপ হাইড্রক্সিল-গ্রুপ-যুক্ত কার্বনের দিকে ইলেকট্রন ঠেলিয়া দেয়; ফলে ইহার পজিটিভ চার্জ হ্রাস পায় এবং O-H বন্ধন দৃঢ়তর হয়। অ্যালকোহলের O-H বন্ধন এস্টার গঠন কালে বিচ্ছিন্ন হয়, ইহাতে বেশী শক্তি আবশ্যক। তাই বিক্রিয়া অতি মন্থর টারশিয়ারী অ্যালকোহলের ক্ষেত্রে (তিনটি অ্যালকিল গ্রুপ ইহার কার্বনের সহিত সংযুক্ত)। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলে এই রূপ দুইটি অ্যালকিল গ্রুপ যুক্ত থাকায় ইহা টারশিয়ারী অ্যালকোহলের চেয়ে এস্টার গঠনে অধিকতর সক্রিয়।

শিল্প ও বাণিজ্যে বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ইথাইল অ্যাসিটেটের প্রস্তুতি এখানে বর্ণিত হইল।

(১) **ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে:** পাতন কূপীতে ইথাইল অ্যালকোহল (50 cc) ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (50 cc) লইয়া তাহাতে 140° তাপাংকে বিয়োজী ফানেল হইতে ইথাইল অ্যালকোহল (50 cc) এবং নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (50 cc) ধীরে ধীরে যোগ করিয়া পরীক্ষাগারে ইথাইল অ্যাসিটেট তৈয়ার হয়। কূপী তৈল-গাহে গরম করা সুবিধাজনক। পাতিত তরলের সমপরিমাণ

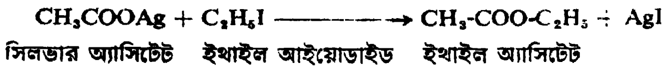
মিশ্রণ ফানেল হইতে যোগ করিয়া কূপীতে তরলের আয়তন মোটামুটি স্থির রাখা হয়। ইথাইল অ্যাসিটেট, অবিকৃত ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং কিছু ডাই-ইথাইল ইথার ও জল গ্রাহক পাত্রে জমা হয়। ইহা বিয়োজী ফানেলে লইয়া জলীয় সোডিয়াম কার্বনেট দিয়া ধুইলে অ্যাসিড অপসারিত হয়, সঙ্গে অ্যালকোহলও। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা ইথাইল অ্যাসিটেট নির্জল করিয়া ফুটন্ত জল-গাহ হইতে পাতন করিলে প্রায় বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যাসিটেট পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_2H_5 + H_2O$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল অ্যাসিটেট

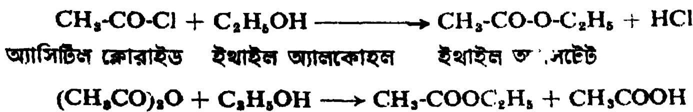
(২) **ইথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার অ্যাসিটেট হইতে:** খাড়া-কনডেনসার-যুক্ত কাঁচ কূপীতে অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড ও অনার্দ্র সিলভার অ্যাসিটেট কিছু কাল ফুটাইলে ইথাইল অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। সিলভার আইয়োডাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহা ব্যয়সাপেক্ষ; উপরন্তু অবিকৃত ইথাইল আইয়োডাইড (স্ফুটনাংক 72°) হইতে ইথাইল অ্যাসিটেট (স্ফুটনাংক 77°) পৃথক করা কঠিন। অতি মৃদু ও অস্থিতিশীল অ্যাসিড অথবা টারশিয়ারী অ্যালকোহলের এস্টার এই ভাবে তৈয়ার করা যায়।



$$CH_3COOAg + C_2H_5I \longrightarrow CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + AgI$$

সিলভার অ্যাসিটেট ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল অ্যাসিটেট

(৩) **অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে:** নির্জল ইথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিল ক্লোরাইড কাঁচ কূপীতে লইয়া ঝাঁকিলে ইথাইল অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা ধুইলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপসারিত হয়; পাতনে বিশুদ্ধ এস্টার পাওয়া যায়। অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়া অনুরূপ।

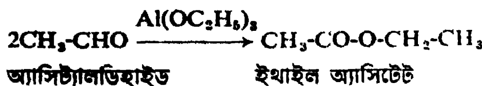


$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_2H_5 + HCl$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল অ্যাসিটেট

$$(CH_3CO)_2O + C_2H_5OH \longrightarrow CH_3\text{-}COOC_2H_5 + CH_3COOH$$

(৪) **অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে:** পেট্রো-কেমিক্যাল শিল্পে অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে ইথাইল অ্যাসিটেট তৈয়ার হয়। অ্যালুমিনিয়াম ইথোক্সাইডের উপস্থিতিতে 40° তাপাংকে নির্জল জৈব দ্রাবকে অ্যাসিট্যালডিহাইড ইথাইল অ্যাসিটেটে রূপান্তরিত হয়।



$$2CH_3\text{-}CHO \xrightarrow{Al(OC_2H_5)_3} CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড ইথাইল অ্যাসিটেট

ধর্ম: ইথাইল অ্যাসিটেট বর্ণহীন, জল অপেক্ষা লঘুতর তরল (স্ফুটনাংক 77°); জলে প্রায় অদ্রবণীয়। অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। ইথাইল অ্যাসিটেটের গন্ধ সুমিষ্ট এবং স্বতন্ত্র; গন্ধ দ্বারা ইহাকে শনাক্ত করা সম্ভব। মূল অ্যাসিডের তুলনায় (অ্যাসিটিক অ্যাসিডের আণবিক ওজন 60 এবং স্ফুটনাংক 118°

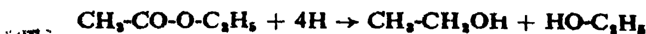
ইথাইল অ্যাসিটেটের (আণবিক ওজন 88) স্ফুটনাংক (77°) অনেক কম; কারণ হাইড্রোজেন বন্ধনের অনুপস্থিতি।

বিক্রিয়া: (১) আর্দ্র-বিশ্লেষ: জল অতি ধীরে, খনিজ অ্যাসিডের ফুটন্ত দ্রবণ দ্রুত এবং ফুটন্ত কস্টিক পটাশ দ্রবণ অতি দ্রুত ইথাইল অ্যাসিটেটকে অ্যালকোহল ও অ্যাসিডে বিয়োজিত করে। এই আর্দ্র-বিশ্লেষ এস্টার গঠনের বিপরীত বিক্রিয়া। হাইড্রোজেন আয়ন, H^+, বা হাইড্রক্সিল আয়ন, OH^-, অনুঘটকের ভূমিকা গ্রহণ করে। অ্যাসিডের উপস্থিতিতে সাম্য অবস্থায় (at equilibrium) বিক্রিয়া থামে কিন্তু ক্ষারের ক্ষেত্রে উৎপন্ন অ্যাসিড প্রশমিত হয় এবং বিক্রিয়ায় আর অংশ গ্রহণ করিতে পারে না। কাজেই বিক্রিয়ার অবসান ঘটে। তৈল, চর্বি (এস্টার) এবং কস্টিক সোডা হইতে এই ভাবে সাবান তৈয়ার হয়। যে কোন এস্টারের ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষকে অনেক সময় সাবান-প্রস্তুতকরণ (saponification) বলা হয়।


$$CH_3\text{-}COOC_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3\text{-}COONa + C_2H_5OH$$

ইথাইল অ্যাসিটেট সোডিয়াম অ্যাসিটেট ইথাইল অ্যালকোহল

(২) বিজারণ: জায়মান হাইড্রোজেন ইথাইল অ্যাসিটেটকে দুই অণু ইথাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে ইথাইল অ্যাসিটেট, ইথাইল অ্যালকোহল ও অতিরিক্ত সোডিয়াম একত্র ফুটানো হয়। ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইডের বিজারণ অনুরূপ।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_2H_5 + 4H \rightarrow CH_3\text{-}CH_2OH + HO\text{-}C_2H_5$$

ইথাইল অ্যাসিটেট ইথাইল অ্যালকোহল

(৩) অ্যামোনিয়ার সহিত: কাঁচ কুপীতে ইথাইল অ্যাসিটেট ও প্রচুর গাঢ় অ্যামোনিয়া লইয়া সাধারণ তাপাংকে ঝাঁকিলে অ্যাসিট্যামাইড উৎপন্ন হয়। উৎপাদনের পরিমাণ যথেষ্ট। ইহাকে অ্যামোনো-বিশ্লেষ (ammonolysis) বলে।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_2H_5 + NH_3 \rightleftharpoons CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + C_2H_5OH$$

ইথাইল অ্যাসিটেট অ্যাসিট্যামাইড ইথাইল অ্যালকোহল

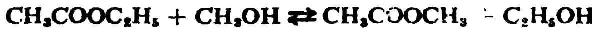
(৪) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত: ইথাইল অ্যাসিটেট ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড গরম করিলে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও ইথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।


$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_2H_5 + PCl_5 \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + C_2H_5Cl + POCl_3$$

ইথাইল অ্যাসিটেট অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ইথাইল ক্লোরাইড

(৫) অ্যালকোহল বিনিময়: ইথাইল অ্যাসিটেট ও অতিরিক্ত মিথাইল অ্যালকোহল খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে ফুটাইলে মিথাইল অ্যাসিটেট পাওয়া যায়। সামান্য অম্ল কিংবা ক্ষার এই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। টারশিয়ারী অ্যালকোহলের সহিত এই বিনিময় ঘটে না। ঊর্ধ্বতন অ্যালকোহলকে অধঃস্তন অ্যালকোহল দ্বারা

প্রতিস্থাপন সহজতর। উদ্ভিজ্জ ও জান্তব তৈল এই প্রক্রিয়ায় ঊর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের মিথাইল এস্টারে রূপান্তরিত করা হয়।



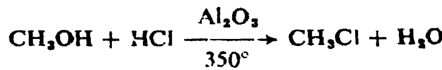
$$CH_3COOC_2H_5 + CH_3OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_3 + C_2H_5OH$$

ইথাইল অ্যাসিটেট মিথানল মিথাইল অ্যাসিটেট ইথানল

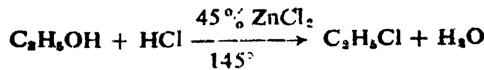
ব্যবহার: নাইট্রোসেলুলোজের দ্রাবক হিসাবে ইথাইল অ্যাসিটেটের চাহিদা সর্বাধিক। ইহা প্রকৃতিজাত ও কৃত্রিম রজন এবং গঁদের দ্রাবক, রোগীকে অবসাদমুক্ত করে এবং খাদ্য দ্রব্য সুরভিত করিতেও ব্যবহৃত হয়।

মিথাইল অ্যাসিটেট, CH_3-COO-CH_3, স্ফুটনাংক 57°, ইথাইল অ্যাসিটেটের অনুরূপ; ইহার প্রয়োগ সীমিত। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে ইহা প্রস্তুত হয়। আইসোঅ্যামাইল অ্যাসিটেটের গন্ধ নাশপাতি ফলের অনুরূপ; ইথাইল বিউটাইরেটের গন্ধ আনারসের মত; আইসো-অ্যামাইল আইসোভ্যালেরেটের গন্ধ আপেলের। ফলের সিরাপে এই সকল এস্টার (কৃত্রিম) মিশানো হয়। ইথাইল, বিউটাইল এবং অ্যামাইল অ্যাসিটেট কলোডিয়ন ও সেলুলয়েড তৈয়ার করিতে আবশ্যক। ইথাইল ফরমেট কীটনাশক। নরমাল বিউটাইল অ্যাসিটেট নাইট্রোসেলুলোজ বার্ণিশ দ্বারা স্প্রে পদ্ধতিতে মোটরগাড়ী রং করিতে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

অজৈব অ্যাসিডের এস্টার: অ্যালকিল হ্যালাইড, R-X, বস্তুতঃ অ্যালকোহল ও হাইড্রোজেন হ্যালাইডের (HCl, HBr, HI) এস্টার। ইহাদের বিবরণ আ দেওয়া হইয়াছে। মিথানল ও ইথানল হইতে মিথাইল ও ইথাইল ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও বাষ্পীয় অ্যালকোহল উচ্চ তাপাংকে নিরুদকের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়।

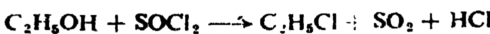


$$CH_3OH + HCl \xrightarrow[350^\circ]{Al_2O_3} CH_3Cl + H_2O$$



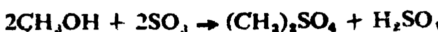
$$C_2H_5OH + HCl \xrightarrow[145^\circ]{45\%\ ZnCl_2} C_2H_5Cl + H_2O$$

পিরিডিনের উপস্থিতিতে অ্যালকোহল ও থাইয়োনিল ক্লোরাইড খাড়া-কনডেনসার-যুক্ত কূপীতে ফুটাইলেও অ্যালকিল ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



$$C_2H_5OH + SOCl_2 \longrightarrow C_2H_5Cl + SO_2 + HCl$$

ডাইমিথাইল সালফেট, $(CH_3)_2SO_4$, শিল্পে তৈয়ার হয় নিম্ন তাপাংকে মিথানলের ভিতর সালফার ট্রাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিয়া কিংবা 0° তাপাংকে ক্লোরোসালফোনিক অ্যাসিড ও মিথানল নিম্ন চাপে পাতন দ্বারা।



$$2CH_3OH + 2SO_3 \rightarrow (CH_3)_2SO_4 + H_2SO_4$$

মিথানল ডাইমিথাইল সালফেট



$$CH_3OH + HO\text{-}SO_2\text{-}Cl \rightarrow CH_3HSO_4 + HCl$$

মিথাইল হাইড্রোজেন সালফেট



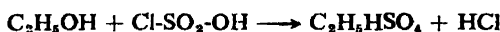
$$2CH_3HSO_4 \longrightarrow (CH_3)_2SO_4 + H_2SO_4$$

ডাইমিথাইল সালফেট (স্ফুটনাংক 188°) বর্ণহীন, অতি বিষাক্ত তরল। $-NH_2$, -OH অথবা -NH- গ্রুপের হাইড্রোজেন মিথাইল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিতে ইহা লাগে।

ইথাইল সালফেট, $(C_2H_5)_2SO_4$, শিল্পে শীতল গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে অতিরিক্ত ইথিলিন গ্যাস প্রবাহিত করিয়া প্রস্তুত হয়। পরীক্ষাগারে ইথানল ও ক্লোরোসালফোনিক অ্যাসিড -10° তাপাংকে মিশাইয়া 200 মি.মি. চাপে 140° তাপাংকে পাতন করিলে ইথাইল সালফেট পাওয়া যায়।



$$2CH_2{=}CH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow (C_2H_5)_2SO_4$$



$$C_2H_5OH + Cl\text{-}SO_2\text{-}OH \longrightarrow C_2H_5HSO_4 + HCl$$



$$2C_2H_5HSO_4 \longrightarrow (C_2H_5)_2SO_4 + H_2SO_4$$

ডাই-ইথাইল সালফেট (স্ফুটনাংক 208°) বিষাক্ত তরল; কোন যৌগে ইথাইল গ্রুপ ঢুকাইতে ইহার প্রয়োজন। ক্যালশিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম লবণ-যুক্ত জলে কাপড় কাচিতে কৃত্রিম পরিষ্কারক (synthetic detergent) রূপে অ্যালকিল সালফেট লবণ ব্যবহৃত হয় যথা সোডিয়াম লরিল সালফেট, $C_{12}H_{25}\text{-}O\text{-}SO_3\text{-}Na$.

ইথাইল নাইট্রেট, $C_2H_5\text{-}O\text{-}NO_2$: গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে সামান্য ইথাইল নাইট্রেট পাওয়া যায়। কারণ নাইট্রিক অ্যাসিড অ্যালকোহলকে অ্যাসিট্যালডিহাইডে জারিত করে এবং এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন নাইট্রাস অ্যাসিড অ্যালকোহলকে ইথাইল নাইট্রাইটে রূপান্তরিত করে। মিশ্রণে ইউরিয়া, $CO(NH_2)_2$, যোগ করিলে নাইট্রাস অ্যাসিড বিয়োজিত হয় ও ইথাইল নাইট্রেটের উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।



$$C_2H_5OH + HNO_3 \longrightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}NO_2 + H_2O$$

ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল নাইট্রেট



$$2HNO_2 + CO(NH_2)_2 \longrightarrow CO_2 + 2N_2 + 3H_2O$$

অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার নাইট্রেট ফুটাইলে ইথাইল নাইট্রেট উৎপন্ন হয়। ইহা বিশুদ্ধ কিন্তু সিলভার নাইট্রেট দামী।



$$C_2H_5I + AgNO_3 \longrightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}NO_2 + AgI$$

ইথাইল আইয়োডাইড ইথাইল নাইট্রেট

ইথাইল নাইট্রেটের (স্ফুটনাংক 86°) গন্ধ সুমিষ্ট; ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। ইহার বাণিজ্যিক গুরুত্ব সামান্য।

ইথাইল নাইট্রাইট, $C_2H_5\text{-}O\text{-}NO$: হিমশীতল ইথাইল অ্যালকোহল ও জলীয় পটাশিয়াম নাইট্রাইটে মাঝামাঝি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে ইথাইল

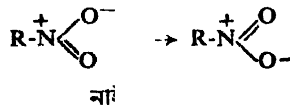
নাইট্রাইট উৎপন্ন হয়। ঈষৎ উষ্ণ জল-গাহ হইতে ধীরে ধীরে পাতিত করিলে বিশুদ্ধ এস্টার পাওয়া যায়। গ্রাহক পাত্র বরফাবৃত রাখা আবশ্যিক কারণ ইথাইল নাইট্রাইট (স্ফুটনাংক 16°) সাধারণ তাপাংকে গ্যাসীয়। ইহার গন্ধ আপেলের মত।



$$C_2H_5OH + HNO_2 \rightarrow C_2H_5\text{-}O\text{-}NO + H_2O$$

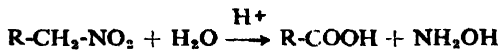
ইথাইল অ্যালকোহল   ইথাইল নাইট্রাইট

<u>নাইট্রোঅ্যালকেন</u>, $R\text{-}NO_2$: অ্যালকেনের, R-H, একটি হাইড্রোজেন নাইট্রো গ্রুপ, $-NO_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে নাইট্রোঅ্যালকেন উৎপন্ন হয়। ইহারা অ্যালকিল নাইট্রাইটের, R-O-NO, সমাবয়বী। অণুতে পোলার $-NO_2$ গ্রুপ থাকায় ইহারাও পোলার যৌগ (ডাইপোল মোমেন্ট 3.8D). অণুতে অণুতে পজিটিভ ও নিগেটিভ অংশের আকর্ষণের ফলে ইহাদের স্ফুটনাংক মূল অ্যালকেন অপেক্ষা অনেক অধিক। মিথেন (স্ফুটনাংক -166°) ও ইথেন (-90°) হইতে প্রস্তুত নাইট্রোমিথেন ও নাইট্রোইথেনের স্ফুটনাংক যথাক্রমে 101° এবং 114°. নাইট্রোঅ্যালকেন দুইটি সংস্পন্দনশীল গঠনের সংকর। ইহাদের অণুতে N-O বন্ধনের দৈর্ঘ্য অভিন্ন (1.20 Å); ইহা স্বাভাবিক N=O দৈর্ঘ্য (1.15 Å) অপেক্ষা বেশী কিন্তু N-O দৈর্ঘ্য (1.36 Å) অপেক্ষা কম।



না

ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রাইমারী নাইট্রোঅ্যালকেনকে অ্যাসিড ও হাইড্রক্সিলঅ্যামিনে, এবং সেকেণ্ডারী নাইট্রোঅ্যালকেনকে কিটোন ও নাইট্রাস অক্সাইডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে কিন্তু টারশিয়ারী নাইট্রোঅ্যালকেন অবিকৃত থাকে। এই ভাবে ইহাদিগকে চিহ্নিত করা চলে।

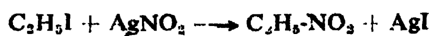


$$R\text{-}CH_2\text{-}NO_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} R\text{-}COOH + NH_2OH$$



$$2RR'CH\text{-}NO_2 \longrightarrow 2R\text{-}CO\text{-}R' + N_2O + H_2O$$

নাইট্রোইথেন, $C_2H_5\text{-}NO_2$, (স্ফুটনাংক 114°), সহজ-দাহ্য, সুগন্ধি, বিষাক্ত তরল। নির্জল ইথাইল আইয়োডাইড এবং সিলভার নাইট্রাইট ফুটন্ত জল-গাহে খাড়া-কনডেনসার-যুক্ত কাঁচ কূপীতে ফুটাইলে নাইট্রোইথেন উৎপন্ন হয়। প্রায় সমান পরিমাণ ইথাইল নাইট্রাইটও পাওয়া যায়। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা হয়।



$$C_2H_5I + AgNO_2 \longrightarrow C_2H_5\text{-}NO_2 + AgI$$

ইথাইল আইয়োডাইড   নাইট্রোইথেন

শিল্পে ইথেন ও বাষ্পাকারে ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড 420° তাপাংকে গরম করিয়া নাইট্রোইথেন তৈয়ার হয়। ইহা রকেটের জ্বালানী। এই সঙ্গে কিছু নাইট্রোমিথেনও উৎপন্ন হয়।

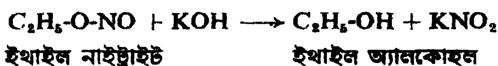


$$C_2H_6 + HNO_3 \longrightarrow C_2H_5NO_2 + H_2O$$

নাইট্রোসেলুলোজ বার্ণিশ, অ্যালকিড রজন ও পলিভিনাইল প্লাস্টিকের দ্রাবক হিসাবে নাইট্রোইথেন ব্যবহৃত হয়।

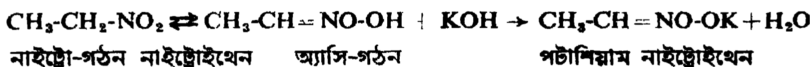
নাইট্রাস অ্যাসিড প্রাইমারী নাইট্রোঅ্যালকেনকে নাইট্রোলিক অ্যাসিডে পরিণত করে; ইহার জলীয় কস্টিক সোডা দ্রবণ লাল; সেকেণ্ডারী নাইট্রোঅ্যালকেনকে সিউডো-নাইট্রলে রূপান্তরিত করে; ইহার ইথার দ্রবণ নীল। কিন্তু টারশিয়ারী নাইট্রোঅ্যালকেন অবিকৃত থাকে। সুতরাং নাইট্রাস অ্যাসিডের সাহায্যে তিন শ্রেণীর নাইট্রোঅ্যালকেন চিনিতে পারা যায়।

নাইট্রোইথেন ও ইথাইল নাইট্রাইট চিহ্নিত করিবার উপায়: (i) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** ফুটন্ত কস্টিক পটাশ দ্রবণ ইথাইল নাইট্রাইটকে মূল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করে কিন্তু ইহা আম্লিক নাইট্রোইথেনের সহিত পটাশিয়াম নাইট্রোইথেন (লবণ) গঠন করে।



$$C_2H_5\text{-}O\text{-}NO + KOH \longrightarrow C_2H_5\text{-}OH + KNO_2$$

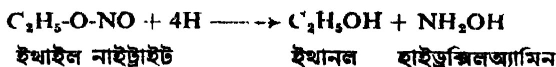
ইথাইল নাইট্রাইট ইথাইল অ্যালকোহল



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NO_2 \rightleftharpoons CH_3\text{-}CH{=}NO\text{-}OH + KOH \rightarrow CH_3\text{-}CH{=}NO\text{-}OK + H_2O$$

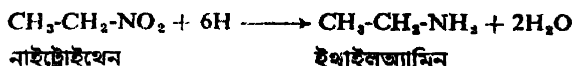
নাইট্রো-গঠন নাইট্রোইথেন অ্যাসি-গঠন পটাশিয়াম নাইট্রোইথেন

(ii) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম ও অ্যালকোহল অথবা জিংক কণিকা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) ইথাইল নাইট্রাইটকে ইথাইল অ্যালকোহল ও নাইট্রাস অ্যাসিডে বিজারিত করে; নাইট্রাস অ্যাসিড পুনঃ বিজারিত হইয়া হাইড্রক্সিল-অ্যামিন ও অ্যামোনিয়ায় পরিণত হয়। কিন্তু টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (কিংবা র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন) নাইট্রোইথেনকে ইথাইলঅ্যামিনে (স্ফুটনাংক 17°) বিজারিত করে। ইহার গন্ধ অ্যামোনিয়ার মত কিন্তু আঁষটে।



$$C_2H_5\text{-}O\text{-}NO + 4H \longrightarrow C_2H_5OH + NH_2OH$$

ইথাইল নাইট্রাইট ইথানল হাইড্রক্সিলঅ্যামিন



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NO_2 + 6H \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + 2H_2O$$

নাইট্রোইথেন ইথাইলঅ্যামিন

অতএব নাইট্রোইথেনে কার্বন ও নাইট্রোজেন পরমাণু সরাসরি যুক্ত কিন্তু ইথাইল নাইট্রাইটে ইহাদের মাঝখানে অক্সিজেন পরমাণু রহিয়াছে।

তৈল ও চর্বি: তৈল জাতীয় পদার্থ তিন প্রকার: (i) উদ্ভিদ- ও প্রাণী-জাত তৈল ঊর্ধ্বতন (যুগ্ম-কার্বন-বিশিষ্ট) ফ্যাটি অ্যাসিডের গ্লিসিরিল এস্টার। ইহারা অনুদ্বায়ী: যথা সরিষার তৈল, নারিকেলের তৈল, মাখন, শূকরের চর্বি ইত্যাদি। 20° তাপাংকে তরলকে তৈল এবং কঠিনকে চর্বি বলা হয়। চর্বি ও তৈলের প্রভেদ আকৃতিগত, প্রকৃতি-গত নয়। আমাদের দেশে নারিকেলের তৈল শীত কালে 'চর্বি' হয়। (ii) খনিজ তৈল প্রধানতঃ অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। ইহারা উদ্বায়ী; যেমন কেরোসিন

তৈল, ডিজেল তৈল, গ্যাসোলিন বা পেট্রল ইত্যাদি। (iii) অতি উদ্বায়ী উদ্ভিজ্জ তৈল (essential oil) সাধারণতঃ অ্যালিসাইক্লিক অথবা অ্যারোম্যাটিক শ্রেণীভুক্ত যৌগ; যথা তারপিন তৈল, গোলাপ নির্যাস, ক্লোভ অয়েল ইত্যাদি। প্রথম শ্রেণীর তৈল ও চর্বি মিশ্র গ্লিসিরাইড অর্থাৎ গ্লিসিরলের তিনটি হাইড্রক্সিল গ্রুপের সহিত বিভিন্ন ফ্যাটি অ্যাসিড এস্টার গঠন করিয়াছে। তৈলে অসংপৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডের প্রাধান্য, চর্বিতে সংপৃক্ত অ্যাসিডের। অলেয়িক অ্যাসিড, লিনোঅলেয়িক অ্যাসিড, লিনোলিক অ্যাসিড প্রভৃতি অসংপৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড; পামিটিক অ্যাসিড, স্টিয়ারিক অ্যাসিড, লরিক অ্যাসিড প্রভৃতি সংপৃক্ত; উভয়বিধ অ্যাসিড অল্প বিস্তর সকল তৈল ও চর্বিতে রহিয়াছে। তৈলের ব্যবহার বহুবিধ এবং ব্যাপক; সরিষার তৈল, বাদামের তৈল, নারিকেলের তৈল প্রভৃতি রন্ধনকার্যে ব্যবহৃত হয়। মাখন, কৃত্রিম মাখন বা মারগারিন, ঘি, বনস্পতি প্রভৃতিও জনপ্রিয় খাদ্য। কাপড় কাচার ও গায়ে মাখার সাবান তৈয়ার হয় প্রধানতঃ তৈল ও চর্বি হইতে। আমাদের প্রধান খাদ্য তিন শ্রেণীর: শর্করা জাতীয় (কার্বোহাইড্রেট), উদ্ভিজ্জ ও জান্তব তৈল এবং প্রোটিন। সর্বাধিক শক্তি যোগায় তৈল, 9.50 কিলো ক্যালোরি প্রতি গ্রামে। সংরক্ষিত খাদ্য হিসাবে তৈল ও চর্বি জীবদেহের বিভিন্ন অংশে সঞ্চিত থাকে; প্রয়োজনের সময় যথা উপবাসে ইহা বাঁচিবার শক্তি যোগায়। তৈল ও চর্বি জলে অদ্রবণীয়—তৈল ও জল মিশিয়া অবদ্রব (ইমালসন) হয়, দ্রবণ নয়। তৈল বেনজিন, অ্যাসিটোন, কার্বন টেট্রাক্লোরাইড, ইথার, পেট্রোলিয়াম ইথার প্রভৃতিতে সহজে দ্রবণীয়। যে কোন তৈলের আপেক্ষিক গুরুত্ব একের কম, অর্থাৎ তৈল জলের চেয়ে হালকা। প্রত্যেক তৈল ও চর্বির গঠন স্বতন্ত্র; আম্লিক উপাদান বিভিন্ন। জলপাইয়ের তৈলে 75-85% অলেয়িক অ্যাসিডের গ্লিসিরাইড আছে; পাম তৈলে আছে 40-45% পামিটিক অ্যাসিড ও 35-45% অলেয়িক অ্যাসিডের গ্লিসিরাইড; নারিকেলের তৈলে 45-50% লরিক অ্যাসিড ও 15-20% মিরোস্টিক অ্যাসিডের গ্লিসিরাইড রহিয়াছে। ফ্যাটি অ্যাসিডের গ্লিসিরাইড গন্ধহীন; মাখন, সরিষার তৈল কিংবা মৎস্য তৈলের গন্ধ অন্য যৌগের জন্য। বিবিধ তৈলের বৈশিষ্ট্য নির্ধারণের জন্য প্রধানতঃ ইহাদের সাবান তৈয়ারীর মান (saponification value) ও আইয়োডিন মান (iodine value) জানা আবশ্যক। 1 g তৈল বা চর্বি হইতে পূর্ণ আর্দ্র-বিশ্লেষে পাওয়া ফ্যাটি অ্যাসিড প্রশমিত করিতে যত মিলিগ্রাম কস্টিক পটাশ প্রয়োজন হয় তাহাকে সাবান তৈয়ারীর মান বলে। 100 g তৈল বা চর্বি যত গ্রাম আইয়োডিন (উপযুক্ত দ্রবণ হইতে) ইহার অসংপৃক্ত অ্যাসিডের দ্বিবন্ধে সংযোজন করে তাহা আইয়োডিন মান।

অসংপৃক্ত উদ্ভিজ্জ তৈল (আইয়োডিন মান 120-এর অধিক) আলোতে ধীরে ধীরে বায়ুর অক্সিজেন দ্বিবন্ধে সংযোজন করিয়া কঠিন আকার ধারণ করে এবং শক্ত ফিলমে পরিণত হয়। তিসির তৈল ও চীনের টুং তৈল এই জাতীয়; ইহাদিগকে ড্রাইয়িং অয়েল বলে। ধাতব ও কাঠের জিনিষপত্র রং করিতে এই তৈল দরকার হয়; প্রাক্-প্লাস্টিক যুগে অয়েল ক্লথ তৈয়ার করিতে তিসির তৈল (রং-মিশ্রিত) ব্যবহৃত হইত। লিমোলিয়াম

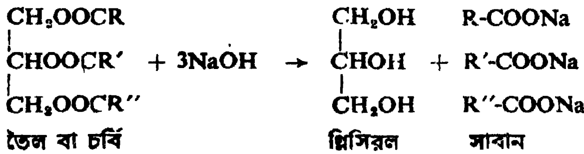
প্রস্তুত হয় কর্ক চূর্ণ ও ফুটানো তিসির তৈল (ইহা দ্রুত কঠিন হয়) হইতে। কোন কোন মৎস্য তৈলের আইয়োডিন মান 200 বা বেশী কিন্তু ইহারা বায়ুতে কঠিন হয় না।

মোম: পেট্রোলিয়ামজাত মোম (paraffin wax) হাইড্রোকার্বন; কিন্তু উদ্ভিজ্জ ও জান্তব মোম উর্ধতন মনোহাইড্রিক অ্যালকোহল এবং উর্ধতন ফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টার। ইহারা কঠিনাকার (গলনাংক 37°-100°); অনুভূতি সাবানের মত, সাধারণ তৈল-দ্রাবকে দ্রবণীয়। মৌমাছির মোম (গলনাংক 60°-82°) প্রধানতঃ সিরিসিল পামিটেট, $C_{15}H_{31}COO\text{-}C_{30}H_{61}$; তিমি মাছের স্পারমাসেটি মোমের (spermaceti, গলনাংক 42°-50°) মুখ্য উপাদান সিটাইল পামিটেট, $C_{15}H_{31}COO\text{-}C_{16}H_{33}$; কারনোবা মোম (ব্রেজিলের carnauba পাম গাছের পাতায় থাকে) সিরোটিক অ্যাসিডের মিরিসিল এস্টার, $C_{25}H_{51}COOC_{30}H_{61}$. গ্রামোফোন রেকর্ড, জুতার পালিশ, আসবাবপত্রের পালিশ, কার্বন পেপার প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে ইহা অপরিহার্য। মৌমাছির মোম ও প্যারাফিন মোমের প্রধান প্রয়োগ মোমবাতি তৈয়ারীতে। শিল্পে ব্যবহৃত মোমের 90% প্যারাফিন মোম; বাকী উদ্ভিজ্জ ও জান্তব।

বনস্পতি উৎপাদন: রন্ধনে তৈল অপেক্ষা ঘি-এর কদর অধিক কিন্তু ইহার দাম বেশী এবং চাহিদার তুলনায় উৎপাদন কম। সেই জন্য প্রধানতঃ বাদামের তৈলে হাইড্রোজেন সংযোজন করিয়া আমাদের দেশে প্রচুর বনস্পতি উৎপন্ন হয়। কার্পাস বীজের ও সয়াবীনের তৈলও ঘনীভূত করা হয়। খাদ্যমান বৃদ্ধি করিতে ভিটামিন-এ এবং -ডি মিশানো বাধ্যতামূলক। বনস্পতি দামে ঘি বা মাখনের তুলনায় শস্তা; খাদ্য হিসাবে ইহা কিছুমাত্র নিকৃষ্ট নয়। ইহাতে অসংপৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড অল্প বলিয়া তৈলের মত তাড়াতাড়ি নষ্ট হয় না। বনস্পতির কারখানায় শোধিত তৈলে 120°-175° তাপাংকে নিকেল কণিকার (0.2-0·5%) উপস্থিতিতে 2-5 গুণ বায়ুচাপে হাইড্রোজেন গ্যাস চালিত করা হয় যতক্ষণ না ইহার ঘনত্ব নির্দিষ্ট অংকে পৌঁছে। কার্যতঃ তৈলে নিকেল ফরমেট মিশানো হয়; হাইড্রোজেন ইহাকে 240° তাপাংকে নিকেলে বিজারিত করে। সদ্য-উৎপন্ন নিকেল ধাতুর অতি সূক্ষ্ম কণিকা তৈলের সঙ্গে জোরে ঝাঁকানোর ফলে ওতপ্রোত ভাবে মিশিয়া দ্রুত অনুঘটকের কাজ করে। পরিস্রুত নিকেল পুনরায় ব্যবহৃত হয়। যে ফ্যাটি অ্যাসিড যত বেশী অসংপৃক্ত তাহা তত তাড়াতাড়ি হাইড্রোজেন সংযোজন করে। তৈলের সকল অসংপৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড পুরাপুরি সংপৃক্ত করা অনাবশ্যক। বনস্পতি সাবান, মোমবাতি ইত্যাদি এবং মারগারিন (মাখনের বিকল্প) প্রস্তুত করিতেও ব্যবহৃত হয়। ভারতে প্রতি বছর প্রায় 40 লক্ষ টন বনস্পতি উৎপন্ন হয়।

সাবান প্রস্তুত প্রণালী: উর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণকে সাবান বলে; ইহা শক্ত। পটাশিয়াম সাবান নরম; গায়ে মাখা বা কাপড় কাচার অনুপযুক্ত।

শোধিত তৈল ও চর্বির মিশ্রণ ফুটন্ত কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া সাবান প্রস্তুত হয়। এই মিশ্রণের উপর সাবানের (বিশেষতঃ গায়ে মাখার) গুণাগুণ বহুলাংশে নির্ভর করে; তাই নামী সাবানের প্রস্তুতকারক এই তথ্য কিছুতেই ফাঁস করেন না। তৈল-চর্বি মিশ্রণে পরিমিত স্টীম চালিত করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। প্রয়োজনের কিঞ্চিৎ অধিক জলীয় কস্টিক সোডা (10%) ইহাতে ধীরে ধীরে মিশানো হয়। স্টীম উভয়কে ওতপ্রোত ভাবে মিশায়; অবিকৃত তৈল ও কস্টিক সোডা পাশাপাশি থাকিতে পারে না। 12-24 ঘণ্টা পর ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণ (সাবান) ও গ্লিসিরল পাওয়া যায়।



নুন জল মিশাইলে সাবান কঠিন আকারে ভাসিয়া উঠে। নিচের ক্ষারীয় তরল (spent lye) হইতে গ্লিসিরল উদ্ধার করা হয়। ফুটন্ত জল দ্বারা ধুইলে সাবান লবণ- ও ক্ষার-মুক্ত হয়। পাতলা ফালি আকারে কাটিয়া উত্তাপে-প্রায়-নির্জল-করা সাবানে রং, গন্ধ দ্রব্য, রজন প্রভৃতি মিশানোর পর গরম অবস্থায় ছাঁচে ফেলিয়া বিবিধ আকারের গায়ে মাখার সাবান তৈয়ার হয়। কাপড় কাচার সাবানে ম্যাগনেশিয়াম সিলিকেট, সোডিয়াম সিলিকেট, কার্বনেট, ফসফেট প্রভৃতি ওজন বাড়ায় এবং পরিষ্কারে সাহায্য করে। গায়ে মাখার সাবান মিথিলেটেড স্পিরিটে দ্রবীভূত করিয়া পরিস্রুত দ্রবণ হইতে অ্যালকোহল অপসারিত করিলে স্বচ্ছ সাবান পাওয়া যায়। গলানো সাবানে ধীরে বায়ু চালিত করিলে ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব কমে (0.8-0.9); ইহাই জলে-ভাসা সাবান। কার্বলিক সাবানে জীবাণুনাশক ফিনল (কার্বলিক অ্যাসিড) মিশানো হয়। ক্ষৌরকর্মের সাবানে প্রধানতঃ পামিটিক ও স্টিয়ারিক অ্যাসিড থাকে। ইহার ফেনা গায়ে মাখার সাবানের চেয়ে বেশী ক্ষণ স্থায়ী। উর্ধ্বতন ফ্যাটি অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম লবণ জলে অদ্রবণীয়; খর জলে (hard water) সাধারণ সাবানের কিছু অংশ ক্যালশিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম সাবানে রূপান্তরিত হয়। কাজেই কাপড় কাচিতে বেশী সাবান লাগে; অদ্রবণীয় ক্যালশিয়াম ও ম্যাগনেশিয়াম সাবান কাপড়ে লাগিয়া থাকে। সাবান তৈয়ারীর অন্য এক পদ্ধতিতে তৈল ও চর্বি আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া বিমুক্ত ফ্যাটি অ্যাসিড কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করা হয়। ইহাতে গ্লিসিরল উদ্ধার করা সহজতর হয় এবং সাবানে মুক্ত ক্ষার থাকিবার সম্ভাবনাও কমে।

তৈল ও চর্বির আর্দ্র-বিশ্লেষ পদ্ধতি: (১) 2-3% ক্যালশিয়াম (ম্যাগনেশিয়াম অথবা জিংক) অক্সাইড এবং জলসহ 140°-150° তাপাংকে উত্তপ্ত করা; (২) আর্দ্র-বিশ্লেষক

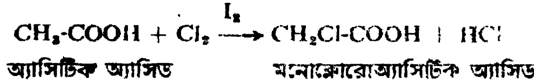
এনজাইম, লিপেস (lipase, ইহা রেড়ীর তৈলবীজে, castor-seed, থাকে) ও তৈল বা চর্বির অবদ্রব (emulsion) এবং অতিলঘু সালফিউরিক অ্যাসিড 30°-40° তাপাংকে কয়েক দিন রাখা ; (৩) জলীয় সালফিউরিক অ্যাসিড এবং তৈল উত্তপ্ত করা অথবা (৪) 100° তাপাংকে তৈল বা চর্বির ওজনের 1% সালফোনেটেড অলেয়িক অ্যাসিড, ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিড, সামান্য লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড এবং তৈলের জলীয় অবদ্রব 24 ঘণ্টা রাখা (ইহাকে টুইটশেল বিকারক, Twitchell reagent, বলে)। বিনা উত্তাপে সাবান প্রস্তুত করিতে শূকরের চর্বি (tallow) ও নারিকেলের তৈল ঈষৎ উষ্ণ 30% জলীয় কস্টিক সোডার সহিত মিশানো হয় ; বিক্রিয়ার নিজস্ব উত্তাপে আর্দ্র-বিশ্লেষ সম্পন্ন হয়। ইহাতে রঞ্জক, গন্ধ দ্রব্য প্রভৃতি মিশাইয়া শীতল করিলে সাবান পাওয়া যায়। উপজাত গ্লিসিরল সাবানেই থাকে। কাপড় কাচা সাবান এবং শস্তা গায়ে মাখা সাবান এই ভাবে তৈয়ার হয়।

মোমবাতি: শূকরের চর্বি ও পাম তৈল আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে প্রধানতঃ স্টিয়ারিক অ্যাসিড ও পামিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহারা সংপৃক্ত ও কঠিনাকার। ইহাদের মিশ্রণ 60° তাপাংকে গরম করিয়া তরল ফ্যাটি অ্যাসিড (প্রধানতঃ অলেয়িক অ্যাসিড) অপসারিত করা হয়। মিশ্রণে 90% প্যারাফিন মোম (গলনাংক 51°-55°) মিশাইয়া মোমবাতি তৈয়ার হয়। উল্লম্ব (vertical) ধাতব নলের ভিতর ঝুলানো চ্যাপ্টা কার্পাস সুতা (অ্যামোনিয়াম লবণ ও সোহাগা, borax, মাখানো) থাকে। নলের ভিতর গলানো মোম ও অ্যাসিড মিশ্রণ ঢালিয়া ঠাণ্ডা করিলে মোমবাতি পাওয়া যায়। আধুনিক মোমবাতির উপাদান: 60-85% প্যারাফিন মোম, 15-35% স্টিয়ারিক (এবং পামিটিক) অ্যাসিড এবং 0-10% মৌমাছির মোম। যুক্তরাষ্ট্রে প্রতি বছর 4 কোটি পাউণ্ডের অধিক মোমবাতি প্রস্তুত হয়।

প্রতিস্থাপিত ফ্যাটি অ্যাসিড: ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যালকিল হাইড্রোজেন পরমাণু অপর কোন পরমাণু বা পরমাণু-জোট দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে প্রতিস্থাপিত ফ্যাটি অ্যাসিড উৎপন্ন হয় ; যথা ক্লোরো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CH_2Cl\text{-}COOH$, অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CH_2(NH_2)\text{-}COOH$, হাইড্রক্সি-অ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CH_2(OH)\text{-}COOH$, প্রভৃতি। কার্বক্সিল গ্রুপের সন্নিহিত কার্বনে সাধারণতঃ এই প্রতিস্থাপন ঘটে; কারণ ইহার C-C বন্ধন হইতে কার্বনিল গ্রুপ ইলেকট্রন টানিয়া লয় বলিয়া ইহা দুর্বল। একই অণুতে দুইটি সক্রিয় গ্রুপের উপস্থিতি নানা দিক দিয়া গুরুত্বপূর্ণ; ইহারা স্বাধীন ভাবে আত্মপ্রকাশ করে এবং পরস্পরকে প্রভাবিতও করে। যেমন ক্লোরো-অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অ্যালকিল ক্লোরাইড ও কার্বক্সিলিক অ্যাসিড উভয়ের প্রকৃতি প্রতিফলিত। অধিকন্তু ক্লোরিন সন্নিকটস্থ কার্বক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেনকে অধিক মাত্রায় আয়নিত হইতে সাহায্য করে বলিয়া ক্লোরো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে অনেক তীব্রতর অম্ল। পক্ষান্তরে অ্যামিনো গ্রুপ ইহার উপর বিপরীত প্রভাব বিস্তার করে ; ফলে

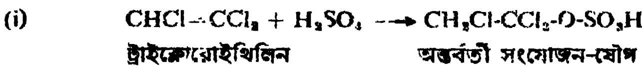
অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে মৃদুতর অম্ল। ক্লোরো-ফরমিক অ্যাসিড, Cl-COOH, অস্থিতিশীল ; ইহার এস্টার জানা আছে।

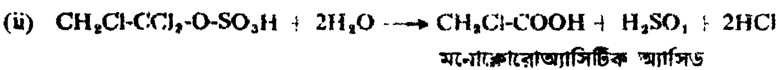
মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, CH_2Cl-COOH : (১) 100° তাপাংকে নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে আইয়োডিন অথবা লাল ফসফরাসের উপস্থিতিতে শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিয়া ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। তরলের ওজন 60% না বাড়া পর্যন্ত গ্যাস চালিত হয়। সূর্যালোক বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। সামান্য ডাই- ও ট্রাই-ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডও এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়। অতিরিক্ত ক্লোরিন এবং উৎপন্ন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড আংশিক পাতন কালে পৃথক হয়। 180°-190° তাপাংকে পাতিত প্রায় বিশুদ্ধ ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড পুনঃ পাতনে পরিশোধন করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 40-60%.


$$CH_3\text{-}COOH + Cl_2 \xrightarrow{I_2} CH_2Cl\text{-}COOH + HCl$$
অ্যাসিটিক অ্যাসিড — মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি অনুরূপ; কাঁচের-আস্তর-বিশিষ্ট ধাতু পাত্রে বিক্রিয়া ঘটে (ক্লোরিন ধাতু ক্ষয় করে)। বিক্রিয়া তাপ-উদ্‌গারী; তাপাংক স্থির রাখিতে ঠাণ্ডা জলের নল পাত্রে ঢুকানো থাকে। বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটে প্রায় আট ঘণ্টা পর। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মূল্যবান উপজাত দ্রব্য। শিল্পে আইয়োডিনের বদলে কম দামী সালফার অনুঘটকরূপে ব্যবহৃত হয়।

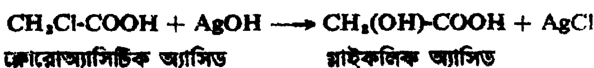
(২) **ট্রাইক্লোরোইথিলিন হইতে**: অ্যাসিটিলিনে ক্লোরিন সংযোজন করিয়া টেট্রা-ক্লোরোইথেন, $CHCl_2$-$CHCl_2$, মিলে; উচ্চ তাপে ইহাকে ট্রাইক্লোরোইথিলিনে, $CHCl{=}CCl_2$, রূপান্তরিত করা হয়। 140°-তে 75% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ট্রাইক্লোরোইথিলিনকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।


(i) $$CHCl{=}CCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CCl_2\text{-}O\text{-}SO_3H$$
ট্রাইক্লোরোইথিলিন — অন্তর্বর্তী সংযোজন-যৌগ

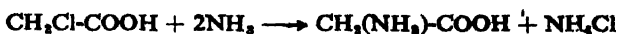

(ii) $$CH_2Cl\text{-}CCl_2\text{-}O\text{-}SO_3H + 2H_2O \longrightarrow CH_2Cl\text{-}COOH + H_2SO_4 + 2HCl$$
মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

ধর্ম: মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের বর্ণহীন, জলাকর্ষী স্ফটিক (গলনাংক 62°; স্ফুটনাংক ১৮৭°) জল, অ্যালকোহল, ইথার ও বেন্‌জিনে সহজে দ্রবণীয়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে ইহা প্রায় আশি গুণ তীব্রতর; ত্বকে লাগিলে ফোসকা পড়ে।

বিক্রিয়া: (১) **ক্লোরিন প্রতিস্থাপন-ঘটিত**: (i) জলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইড অথবা কস্টিক পটাশের জলীয় দ্রবণসহ গরম করিলে ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের ক্লোরিন হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত এবং গ্লাইকলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।


$$CH_2Cl\text{-}COOH + AgOH \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH + AgCl$$
ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড — গ্লাইকলিক অ্যাসিড

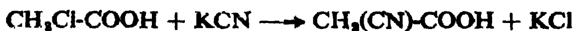
(ii) গাঢ় অ্যামোনিয়া দ্রবণ ইহার ক্লোরিনকে অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা বিনা উত্তাপে প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা গ্লাইসিন গঠন করে।



$$CH_2Cl\text{-}COOH + 2NH_3 \longrightarrow CH_2(NH_2)\text{-}COOH + NH_4Cl$$

ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড   গ্লাইসিন

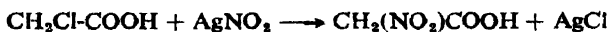
(iii) ফুটন্ত পটাশিয়াম সায়ানাইডের অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ইহাকে সায়ানোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে।



$$CH_2Cl\text{-}COOH + KCN \longrightarrow CH_2(CN)\text{-}COOH + KCl$$

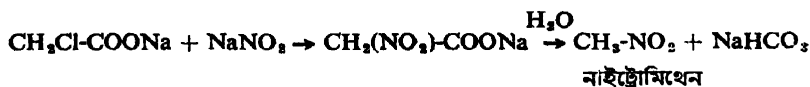
ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড   সায়ানোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

(iv) নির্জল জৈব দ্রাবকে সিলভার নাইট্রাইট ও ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় নাইট্রোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। কিন্তু ফুটন্ত জলে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও সোডিয়াম মনোক্লোরোঅ্যাসিটেট হইতে নাইট্রোমিথেন উৎপন্ন হয়।



$$CH_2Cl\text{-}COOH + AgNO_2 \longrightarrow CH_2(NO_2)COOH + AgCl$$

নাইট্রোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড



$$CH_2Cl\text{-}COONa + NaNO_2 \rightarrow CH_2(NO_2)\text{-}COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}NO_2 + NaHCO_3$$

নাইট্রোমিথেন

(২) **কার্বক্সিল গ্রুপের বিক্রিয়া:** ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড যথারীতি ক্ষারের সহিত লবণ, অ্যালকোহলের সহিত এস্টার, ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত অ্যাসিড ক্লোরাইড, ও ইহার এস্টার অ্যামোনিয়ার সহিত অ্যামাইড গঠন করে।



$$CH_2Cl\text{-}COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}COONa + CO_2 + H_2O$$

সোডিয়াম ক্লোরোঅ্যাসিটেট



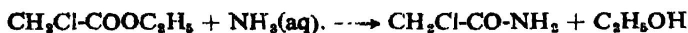
$$CH_2Cl\text{-}COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2Cl\text{-}COOC_2H_5 + H_2O$$

ইথাইল ক্লোরোঅ্যাসিটেট



$$CH_2Cl\text{-}COOH + PCl_5 \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CO\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

ক্লোরোঅ্যাসিটিল ক্লোরাইড



$$CH_2Cl\text{-}COOC_2H_5 + NH_3(aq). \longrightarrow CH_2Cl\text{-}CO\text{-}NH_2 + C_2H_5OH$$

ইথাইল এস্টার   ক্লোরোঅ্যাসিট্যামাইড

ব্যবহার: (i) ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের প্রধান প্রয়োগ কার্বক্সিমিথাইলসেলুলোজ উৎপাদনে; কার্পাস বস্ত্র বুনিতে ইহা প্রয়োজন। (ii) কৃত্রিম নীল তৈয়ার করিতে ইহা লাগে। (iii) আগাছা-নাশক পদার্থ ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে তৈয়ার হয়।

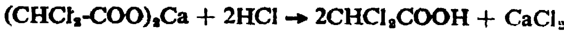
ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CHCl_2$-COOH: ক্লোরাল হাইড্রেট, সোডিয়াম সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণ ও ক্যালশিয়াম কার্বনেট চূর্ণ একত্র ফুটাইলে ডাইক্লোরো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ক্যালশিয়াম কার্বনেট সহজাত হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। সোডিয়াম সায়ানাইডের ভূমিকা সম্ভবতঃ অনুঘটকের। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.



$$2CCl_3CH(OH)_2 + 2CaCO_3 \rightarrow (CHCl_2\text{-}COO)_2Ca + CaCl_2 + 2CO_2 + 2H_2O$$

ক্লোরাল হাইড্রেট ক্যালশিয়াম ডাইক্লোরোঅ্যাসিটেট

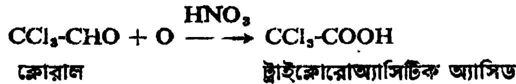


$$(CHCl_2\text{-}COO)_2Ca + 2HCl \rightarrow 2CHCl_2COOH + CaCl_2$$

ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

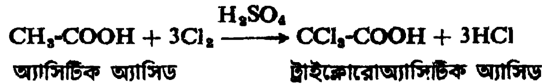
শিল্পে নির্জল গরম অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অনুঘটকের উপস্থিতিতে পরিমিত ক্লোরিন গ্যাস চালিত করা হয়। কিন্তু ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়; ফুটন্ত জলে ইহা ক্লোরোফরম ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়। প্রায় বিশুদ্ধ ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড (স্ফুটনাংক 194°) পাওয়া যায়। ইহা মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড অপেক্ষা অনেক তীব্রতর অম্ল। ইহার বাণিজ্যিক চাহিদা সামান্য; কোন কোন ঔষধ ইহা হইতে তৈয়ার হয়।

ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CCl_3\text{-}COOH$: ক্লোরালকে সাধারণ তাপাংকে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিলে ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। শিল্পে নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে 150° তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হয় যত ক্ষণ গ্যাসের বিশোষণ চলিতে থাকে।



$$CCl_3\text{-}CHO + O \xrightarrow{HNO_3} CCl_3\text{-}COOH$$

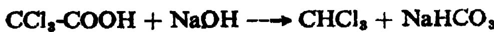
ক্লোরাল ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড



$$CH_3\text{-}COOH + 3Cl_2 \xrightarrow{H_2SO_4} CCl_3\text{-}COOH + 3HCl$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের স্ফটিক (গলনাংক 58°; স্ফুটনাংক 196°) বর্ণহীন, জলাকর্ষী ও ত্বকক্ষয়ী। ইহা তীব্রতম জৈব অম্ল। ইহা পায়ের কড়া দূর করে। ইহার সোডিয়াম লবণ আগাছা-নাশক। ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড জলীয় দ্রবণ হইতে প্রোটিন অধঃক্ষিপ্ত করে; এই ভাবে প্রস্রাবে অ্যালবুমিনের অস্তিত্ব সূচিত হয়। কস্টিক সোডার লঘু জলীয় দ্রবণ ইহাকে ক্লোরোফরমে রূপান্তরিত করে।



$$CCl_3\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow CHCl_3 + NaHCO_3$$

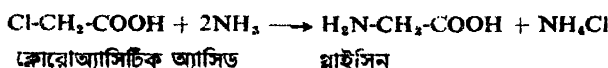
ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড ক্লোরোফরম

α-কার্বনের শক্তিশালী ইলেকট্রন-আকর্ষী ক্লোরিন পার্শ্ববর্তী কার্বনের বন্ধন ইলেকট্রন নিজের দিকে টানে; ইহার প্রভাবে দূরবর্তী O-H বন্ধন শিথিল হয় এবং হাইড্রোজেন প্রোটনরূপে সহজে নিস্ক্রান্ত হয়। ফলে ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড অধিক মাত্রায় আয়নিত হয়। তিন পরমাণু ক্লোরিনের প্রভাবে ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড তীব্রতম জৈব অ্যাসিড। ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড সমূহের ভৌত তথ্য পরের পৃষ্ঠায় দেওয়া হইল।

নাম	আঃ গুঃ	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	$K_a \times 10^5$
অ্যাসিটিক অ্যাসিড	1·055	16·7	118	1·86
মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড	1·370	62	189	155
ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড	1·536	11	194	5140
ট্রাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড	1·617	57·5	197·5	121000

অ্যামিনো-অ্যাসিড : যে অ্যাসিডে অন্ততঃ একটি অ্যামিনো গ্রুপ, $-NH_2$, আছে তাহা অ্যামিনো-অ্যাসিড। কার্বক্সিল গ্রুপের পার্শ্ববর্তী α-কার্বনের সহিত এই গ্রুপ যুক্ত থাকিলে তাহা α-অ্যামিনো-অ্যাসিড। ইহা প্রোটিনের মূল উপাদান; উদ্ভিদ ও জীব-জন্তুর পক্ষে প্রোটিন অপরিহার্য। এ পর্যন্ত প্রোটিন আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া 23 টি α-অ্যামিনো-অ্যাসিড পাওয়া গিয়াছে। মুক্ত α-অ্যামিনো-অ্যাসিড কোন কোন উদ্ভিদে পাওয়া যায়। ইহাদের সাধারণ সংকেত $R\text{-}CH(NH_2)\text{-}COOH$; বিভিন্ন অ্যাসিডের নিজস্ব বৈশিষ্ট্য ইহার R-এর গঠনের উপর নির্ভরশীল। অ্যামিনো-ফরমিক অ্যাসিড বা কার্ব্যামিক অ্যাসিড, $NH_2\text{-}COOH$, সরলতম গঠনের অ্যামিনো-অ্যাসিড, কিন্তু মুক্ত অবস্থায় ইহা অজ্ঞাত। CO_2 এবং NH_3 সরাসরি সংযুক্ত হইয়া অ্যামোনিয়াম কার্ব্যামেট, $NH_2\text{-}COONH_4$, গঠন করে। অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা গ্লাইসিন, $CH_2(NH_2)\text{-}COOH$, সমগণীয় α-অ্যামিনো-অ্যাসিড পর্যায়ের প্রথম সদস্য। ইহা ঘোড়ার মূত্রে বেনজোয়িল গ্লাইসিন বা হিপিউরিক অ্যাসিড (*hippos*, horse), $C_6H_5CO\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}COOH$, রূপে পাওয়া যায়। ট্রাইমিথাইল-গ্লাইসিন বীট-চিনির চিটাগুড়ে আছে। গ্লাইসিন রেশম, পশম ও আমাদের পিত্তে-সঞ্চিত অ্যাসিডের উপাদান।

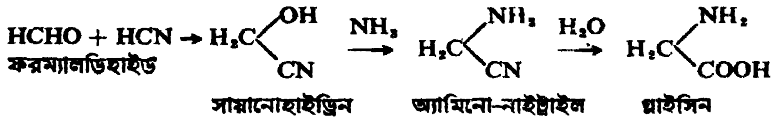
প্রস্তুত প্রণালী : (১) **ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে**. গাঢ় অ্যামোনিয়ায় (300 cc) মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের (15 g) গাঢ় জলীয় দ্রবণ সাধারণ তাপাংকে ধীরে ধীরে যোগ করিয়া পরীক্ষাগারে অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়। কয়েক ঘন্টা পর নিম্ন চাপে মিশ্রণ ঘনীভূত করিয়া (40 cc) মিথানল (250 cc) মিশাইলে গ্লাইসিন অধঃক্ষিপ্ত হয়। NH_4Cl মিথানলে দ্রবীভূত থাকে। পরিস্রুত গ্লাইসিন কয়েক বার মিথানল দিয়া ধুইলে বিশুদ্ধ গ্লাইসিন পাওয়া যায়।



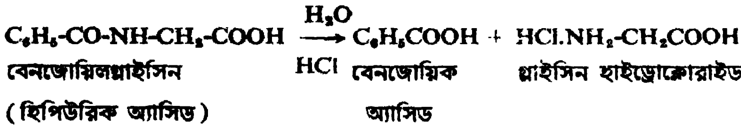
$$Cl\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2NH_3 \longrightarrow H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + NH_4Cl$$

ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড　　　গ্লাইসিন

(২) **ফরম্যালডিহাইড হইতে :** ফরম্যালডিহাইড ও হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড সায়ানো-হাইড্রিন উৎপাদন করে; গাঢ় অ্যামোনিয়ার সহিত বিক্রিয়ায় ইহা অ্যামিনো-নাইট্রাইলে রূপান্তরিত হয়। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড নাইট্রাইলকে অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে (স্ট্রেকার সংশ্লেষণ)।

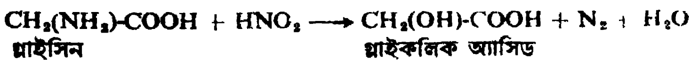


(৩) গ্লু হইতে: ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড গ্লু বা জিলাটিনকে (ইহার 25% গ্লাইসিন) আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লাইসিনে বিয়োজিত করে। হিপিউরিক অ্যাসিডকে এই ভাবে ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্লাইসিন হাইড্রোক্লোরাইডে পরিণত করে।

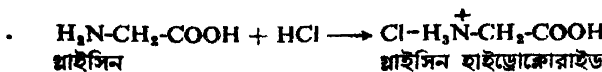


ধর্ম: গ্লাইসিন বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার (গলনাংক 236° বিয়োজনসহ); স্বাদ মিষ্ট, জলে অতি দ্রবণীয়। কিন্তু সাধারণ জৈব দ্রাবক যথা অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন, ইথার, ক্লোরোফরম ইত্যাদিতে অদ্রবণীয়। ইহার জলীয় দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড যোগ করিলে গাঢ় লাল রং দেখা দেয়। ইহাতে বিপরীত-ধর্মী (আম্লিক ও ক্ষারীয়) গ্রুপ, -COOH এবং -NH_2, আছে। তীব্র অম্লের সহিত গ্লাইসিন লবণ গঠন করে, যথা গ্লাইসিন হাইড্রোক্লোরাইড; তীব্র ক্ষারের সহিতও, যথা সোডিয়াম অ্যামিনো-অ্যাসিটেট। প্রকৃত পক্ষে গ্লাইসিন নিজস্ব আম্লিক ও ক্ষারীয় গ্রুপের বিক্রিয়ায় গঠিত আভ্যন্তরীণ লবণ (zwitterion) H_3N^+-CH_2-COO^-. ইহার জলীয় দ্রবণে লিটমাসের রং বদলায় না। এই লবণের বৈশিষ্ট্য: উচ্চ গলনাংক (যদিও আণবিক ওজন অল্প), জলে সহজ দ্রবণীয়তা এবং জৈব দ্রাবকে অদ্রবণীয়তা, অত্যধিক ডাইপোল মোমেন্ট (13 D) ইত্যাদি।

অ্যামিনো গ্রুপের বিক্রিয়া: (১) **নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত:** নাইট্রাস অ্যাসিড সাধারণ তাপাংকে গ্লাইসিনকে গ্লাইকলিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে; নাইট্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয়। এই বিক্রিয়া মাত্রিক; উৎপন্ন নাইট্রোজেনের আয়তন হইতে অ্যামিনো-অ্যাসিডের পরিমাণ নিরূপণ করা চলে (Van Slyke method). নির্গত নাইট্রোজেনের অর্ধেক অ্যামিনো-অ্যাসিড হইতে পাওয়া যায়।



(২) **লবণ গঠন:** তীব্র অম্ল বা ক্ষারের সহিত গ্লাইসিন লবণ গঠন করে।



(৩) **অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের সহিত:** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড গ্লাইসিনের অ্যামিনো হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল গ্রুপ, CH_3CO, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিটিলগ্লাইসিন উৎপাদন করে।

$$H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3\text{-}CO\text{-}Cl \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CH_2\text{-}COOH + HCl$$
গ্লাইসিন অ্যাসিটিলগ্লাইসিন

কার্বক্সিল গ্রুপের বিক্রিয়া: (১) লবণ উৎপাদন: তীব্র ক্ষারের সহিত গ্লাইসিন লবণ গঠন করে। কিউপ্রিক কার্বনেট হইতে গাঢ় নীল কপার গ্লাইসিন (জলে অদ্রবণীয়) উৎপন্ন হয়।

$$CH_2(NH_2)\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow CH_2(NH_2)COONa + H_2O$$
অ্যামিনো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড সোডিয়াম অ্যামিনো-অ্যাসিটেট

$$2NH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + CuCO_3 \rightarrow O{=}C\text{—}O\text{—}Cu\text{—}O\text{—}C{=}O$$
(Cu-এর উপরে $NH_2 — CH_2$, নিচে $CH_2—NH_2$; $NH_2 \rightarrow Cu$ সমন্বয় বন্ধন)

গ্লাইসিন কপার গ্লাইসিন

(২) কার্বক্সিল গ্রুপ অপসারণ: সোডা-চুন ও গ্লাইসিন প্রবল উত্তাপে মিথাইলঅ্যামিন ও সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়।

$$CH_2(NH_2)\text{-}COOH + 2NaOH \xrightarrow{CaO} CH_3NH_2 + Na_2CO_3 + H_2O$$
গ্লাইসিন মিথাইলঅ্যামিন

(৩) এস্টার গঠন: নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্লাইসিন হইতে ইথাইল অ্যামিনো-অ্যাসিটেট (হাইড্রোক্লোরাইডরূপে) পাওয়া যায়।

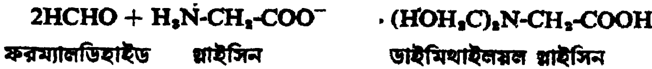
$$H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + C_2H_5OH + HCl \longrightarrow Cl^-\overset{+}{N}H_3\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + H_2O$$
গ্লাইসিন ইথানল ইথাইল অ্যামিনো-অ্যাসিটেট হাইড্রোক্লোরাইড

অ্যামিনো ও কার্বক্সিল উভয় গ্রুপের বিক্রিয়া: উচ্চ তাপাংকে দুই অণু গ্লাইসিন হইতে দুই অণু জল বিচ্ছিন্ন এবং যুক্ত-শৃংখল অ্যানহাইড্রাইড গঠিত হয়। ইহাতে দুইটি পেপটাইড গ্রুপ, -CO-NH-, আছে; জীবদেহে ও বহু উদ্ভিদে α-অ্যামিনো-অ্যাসিড পরস্পরের সহিত পেপটাইড বন্ধনে যুক্ত-শৃংখল প্রোটিন অণু সৃজন করে।

$$(H)(H_2N)CH\text{-}C(=O)OH + HO(O=)C\text{-}CH(NH_2)(H) \xrightarrow{240^\circ} HN\langle^{CH(H)\text{—}C(=O)}_{C(=O)\text{—}CH(H)}\rangle NH + 2H_2O$$

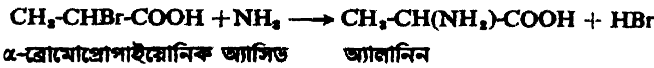
গ্লাইসিন গ্লাইসিন অ্যানহাইড্রাইড

গ্লাইসিনের মাত্রিক নিরূপণ: গ্লাইসিনের কার্বক্সিল ও অ্যামিনো গ্রুপ লবণ আকারে থাকে। সাধারণ পদ্ধতিতে অম্ল অথবা ক্ষার দ্বারা টাইট্রেট করিয়া ইহার পরিমাণ নিরূপণ করা যায় না। ফরম্যালডিহাইডের প্রশমিত জলীয় দ্রবণ দ্বারা অ্যামিনো গ্রুপ অবরুদ্ধ করিয়া মুক্ত কার্বক্সিল গ্রুপ কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা টাইট্রেট করা চলে। ফিনলথেলিন নির্দেশকরূপে ব্যবহৃত হয়।

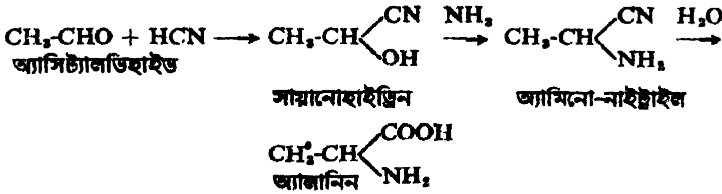


শনাক্তকরণ: (i) জলীয় গ্লাইসিনে কপার অ্যাসিটেট দ্রবণ মিশাইলে কপার গ্লাইসিনের গাঢ় নীল রং দেখা দেয়। (ii) জলীয় গ্লাইসিন ও নাইট্রাস অ্যাসিড (সোডিয়াম নাইট্রাইট এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড) হইতে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। (iii) জলীয় গ্লাইসিন সোডিয়াম বাইকার্বনেট হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন করে।

অ্যালানিন, α-অ্যামিনো-প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH(NH_2)\text{-}COOH$, মাংস, দুধের প্রোটিন (casein) ও রেশমে (21%) পাওয়া যায়। α-ব্রোমোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত গাঢ় অ্যামোনিয়া সাধারণ তাপাংকে অ্যালানিন গঠন করে।



অ্যাসিট্যালডিহাইড, হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ায় অ্যালানিন তৈয়ার করা চলে (স্ট্রেকার সংশ্লেষণ)।

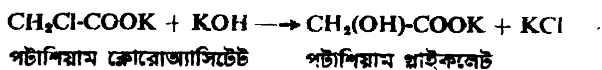


প্রাকৃতিক অ্যালানিন আলোক-সক্রিয় (optically active); ইহা সমবর্তিত আলোর তল (plane of plane-polarised light) ডান দিকে ঘুরায়। কৃত্রিম অ্যালানিন (গলনাংক 295°, বিয়োজনসহ) আলোক-নিষ্ক্রিয়। অ্যালানিন জলে আংশিক দ্রবণীয়। নাইট্রাস অ্যাসিড ইহাকে α-হাইড্রক্সি-প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বা ল্যাকটিক অ্যাসিডে, $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$, রূপান্তরিত করে।

হাইড্রক্সি-অ্যাসিড: যে যৌগে অন্ততঃ একটি কার্বক্সিল গ্রুপ, -COOH, এবং একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ, -OH, আছে তাহা হাইড্রক্সি-অ্যাসিড। সরলতম গঠনের হাইড্রক্সি-অ্যাসিড হাইড্রক্সি-ফরমিক অ্যাসিড বা কার্বনিক অ্যাসিড, HO-COOH, মুক্ত অবস্থায় অজ্ঞাত; ইহা দ্বিক্ষারী। হাইড্রক্সি-অ্যাসিটিক অ্যাসিড বা গ্লাইকলিক অ্যাসিড, $CH_2(OH)\text{-}COOH$, সমগণীয় হাইড্রক্সি-অ্যাসিড পর্যায়ের প্রথম সদস্য। α-হাইড্রক্সি-প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বা ল্যাকটিক অ্যাসিড পরে আলোচিত হইবে। হাইড্রক্সি-অ্যাসিডের -COOH এবং -OH গ্রুপ মোটামুটি স্বাধীন ভাবে অ্যাসিড ও অ্যালকোহল রূপে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। মূল অ্যাসিডের নামের সহিত 'হাইড্রক্সি' যোগ করিয়া ইহাদের নামকরণ হয়; হাইড্রক্সিল গ্রুপের অবস্থান α, β, γ ইত্যাদি গ্রীক বর্ণ দ্বারা সূচিত হয়।

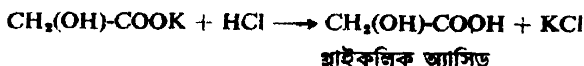
গ্লাইকলিক অ্যাসিড, $CH_2OH\text{-}COOH$, কাঁচা আঙুর ফল, টম্যাটো, বীট ও ইক্ষুর রসে আছে।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে:** পটাশিয়াম মনোক্লোরো-অ্যাসিটেট ও কস্টিক পটাশের লঘু জলীয় দ্রবণ খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে ফুটাইলে গ্লাইকলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা অম্লীকৃত দ্রবণ উত্তাপে শুষ্ক করিয়া তাহা হইতে অ্যাসিটোন দ্বারা গ্লাইকলিক অ্যাসিড নিষ্কাশিত হয়। মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং জলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইড ফুটাইলে, সিলভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং গ্লাইকলিক অ্যাসিড জলীয় দ্রবণে থাকে।



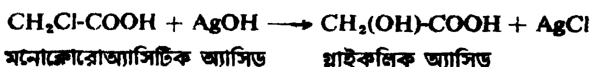
$$CH_2Cl\text{-}COOK + KOH \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOK + KCl$$

পটাশিয়াম ক্লোরোঅ্যাসিটেট　　পটাশিয়াম গ্লাইকলেট



$$CH_2(OH)\text{-}COOK + HCl \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH + KCl$$

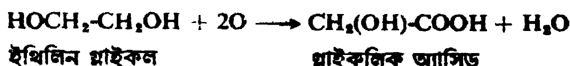
গ্লাইকলিক অ্যাসিড



$$CH_2Cl\text{-}COOH + AgOH \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH + AgCl$$

মনোক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড　　গ্লাইকলিক অ্যাসিড

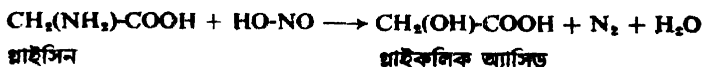
(২) **ইথিলিন গ্লাইকল হইতে:** মৃদু জারক (যথা লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড) ইথিলিন গ্লাই-কলকে গ্লাইকলিক অ্যাসিডে জারিত করে; আনুষঙ্গিক অন্য বিক্রিয়ার জন্য উৎপাদনের পরিমাণ অল্প।



$$HOCH_2\text{-}CH_2OH + 2O \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH + H_2O$$

ইথিলিন গ্লাইকল　　গ্লাইকলিক অ্যাসিড

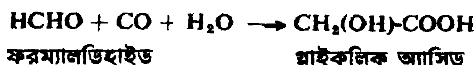
(৩) **গ্লাইসিন হইতে:** গ্লাইসিন ও নাইট্রাস অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় বিনা তাপে গ্লাই-কলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



$$CH_2(NH_2)\text{-}COOH + HO\text{-}NO \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH + N_2 + H_2O$$

গ্লাইসিন　　গ্লাইকলিক অ্যাসিড

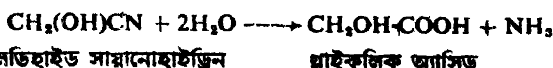
(৪) **ফরম্যালডিহাইড হইতে:** শিল্পে $160°\text{-}170°$ তাপাংকে 300 বায়ুচাপে ফর-ম্যালডিহাইড, কার্বন মনোক্সাইড ও জল হইতে অনুঘটক সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে গ্লাইকলিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।



$$HCHO + CO + H_2O \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COOH$$

ফরম্যালডিহাইড　　গ্লাইকলিক অ্যাসিড

ফুটন্ত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফরম্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিনকে গ্লাইকলিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



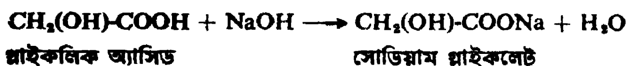
$$CH_2(OH)CN + 2H_2O \longrightarrow CH_2OH\text{-}COOH + NH_3$$

ফরম্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিন　　গ্লাইকলিক অ্যাসিড

ধর্ম: গ্লাইকলিক অ্যাসিডের সাদা স্ফটিক (গলনাংক 80°, স্ফুটনাংক 100°, আঃ

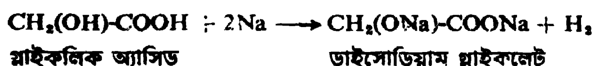
গুঃ 1.49) জল, অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোনে দ্রবণীয় কিন্তু ইথার ও বেনজিনে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডের চেয়ে তীব্রতর অম্ল; কারণ ইলেকট্রন-আকর্ষী হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিনের মত কার্বক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেনকে আয়নিত হইতে সাহায্য করে।

বিক্রিয়া: (১) **লবণ উৎপাদন:** কস্টিক সোডা ও গ্লাইকলিক অ্যাসিড সোডিয়াম গ্লাইকলেট গঠন করে। ইথার দ্রবণে অ্যাসিডের হাইড্রক্সিল ও কার্বক্সিল হাইড্রোজেন এক সঙ্গে প্রতিস্থাপিত করিয়া সোডিয়াম ডাইসোডিয়াম গ্লাইকলেট ও হাইড্রোজেন উৎপাদন করে।



$$CH_2(OH)\text{-}COOH + NaOH \longrightarrow CH_2(OH)\text{-}COONa + H_2O$$

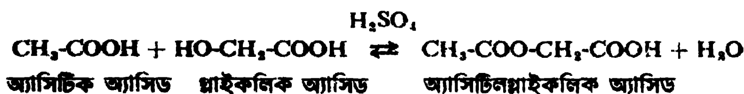
গ্লাইকলিক অ্যাসিড সোডিয়াম গ্লাইকলেট



$$CH_2(OH)\text{-}COOH + 2Na \longrightarrow CH_2(ONa)\text{-}COONa + H_2$$

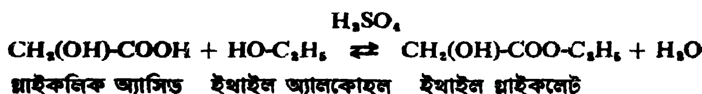
গ্লাইকলিক অ্যাসিড ডাইসোডিয়াম গ্লাইকলেট

(২) **এস্টার গঠন:** গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং গ্লাইকলিক অ্যাসিড অ্যাসিটিলগ্লাইকলিক অ্যাসিড (এস্টার) গঠন করে। কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ গরম করিলে ইথাইল গ্লাইকলেট (এস্টার) উৎপন্ন হয়।



$$CH_3\text{-}COOH + HO\text{-}CH_2\text{-}COOH \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

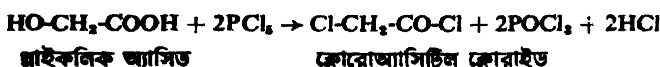
অ্যাসিটিক অ্যাসিড গ্লাইকলিক অ্যাসিড অ্যাসিটিলগ্লাইকলিক অ্যাসিড



$$CH_2(OH)\text{-}COOH + HO\text{-}C_2H_5 \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} CH_2(OH)\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + H_2O$$

গ্লাইকলিক অ্যাসিড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল গ্লাইকলেট

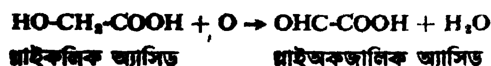
(৩) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে ফসফরাস পেন্টা-ক্লোরাইড উভয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া ক্লোরোঅ্যাসিটিল ক্লোরাইড উৎপাদন করে।



$$HO\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2PCl_5 \rightarrow Cl\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}Cl + 2POCl_3 + 2HCl$$

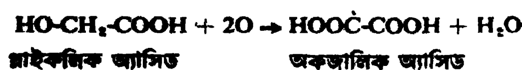
গ্লাইকলিক অ্যাসিড ক্লোরোঅ্যাসিটিল ক্লোরাইড

(৪) **জারণ:** মৃদু জারক (হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ও সামান্য ফেরাস সালফেট) ইহাকে গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিডে জারিত করে। তীব্র জারক (উত্তপ্ত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড) গ্লাইকলিক অ্যাসিডকে সরাসরি অকজালিক অ্যাসিডে পরিণত করে।



$$HO\text{-}CH_2\text{-}COOH + O \rightarrow OHC\text{-}COOH + H_2O$$

গ্লাইকলিক অ্যাসিড গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড



$$HO\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2O \rightarrow HOOC\text{-}COOH + H_2O$$

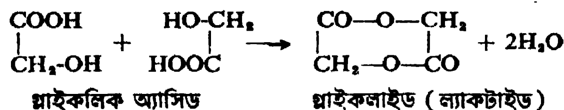
গ্লাইকলিক অ্যাসিড অকজালিক অ্যাসিড

(৫) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড) গ্লাইকলিক অ্যাসিডকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে পরিণত করে।



$$CH_2(OH)\text{-}COOH + 2H \rightarrow CH_3\text{-}COOH + H_2O$$

(৬) **উত্তাপের প্রভাব:** 100°-তে দুই অণু গ্লাইকলিক অ্যাসিড হইতে দুই অণু জল বিচ্ছিন্ন হইয়া যুক্ত-শৃংখল এস্টার অ্যানহাইড্রাইড বা ল্যাকটাইড উৎপন্ন হয়; এক অণুর হাইড্রক্সিল গ্রুপ এবং অপর অণুর কার্বক্সিল গ্রুপ এস্টার গঠন করে।



গ্লাইকলিক অ্যাসিড গ্লাইকলাইড (ল্যাকটাইড)

ব্যবহার: কাপড় ছাপিতে, পশম ও নাইলন রং করিতে এবং পাকা চামড়া হইতে চুন অপসারণে গ্লাইকলিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। ইহা ধাতুর পালিশের অন্যতম উপাদান।

প্রশ্নমালা

১। অ্যাসিটিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। ক্যালশিয়াম কার্বাইড হইতে ইহার উৎপাদন বর্ণনা কর।

২। অ্যাসিটিক অ্যাসিডকে (i) মিথেন, (ii) অ্যাসিটোন, (iii) ইথাইল অ্যাসিটেট এবং (iv) অ্যাসিটিল ক্লোরাইডে কি উপায়ে রূপান্তরিত করা যায়?

৩। অ্যাসিটিক অ্যাসিডকে মিথাইল অ্যালকোহলে এবং মিথাইল অ্যালকোহলকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে পরিবর্তিত করিবার ধাপগুলি কি?

৪। পরীক্ষাগারে ফরমিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার প্রধান বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার কি? ফরমিক ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৫। ফ্যাটি অ্যাসিড প্রস্তুতির সাধারণ প্রণালী কি? ইহাদের সাধারণ ধর্ম উল্লেখ কর। অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে কি ভাবে (i) ইথেন ও (ii) অকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার করা যায়?

৬। (i) ফরমিক অ্যাসিড হইতে অ্যাসিটিক অ্যাসিড, (ii) অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, (iii) ফরমিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ হইতে ফরম্যালডিহাইডের জলীয় দ্রবণ কি উপায়ে চিহ্নিত করিবে?

৭। কোন যৌগের $C = 21.2\%$, $H = 1.8\%$, $Cl = 62.8\%$ এবং আণবিক ওজন 113. ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষে পাওয়া যৌগের $C = 25.4\%$, $H = 3.2\%$ এবং $Cl = 37.6\%$. ইহাদের আণবিক গঠন নির্ণয় কর।

৮। এস্টার কাহাকে বলে? পরীক্ষাগারে কি ভাবে ইথাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুত করিবে? ইহার শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি, ও প্রধান প্রয়োগ বর্ণনা কর।

৯। সমীকরণসহ বিক্রিয়া বর্ণনা কর: (i) ইথাইল অ্যাসিটেট ও ফুটন্ত কস্টিক পটাশ দ্রবণ, (ii) ইথাইল অ্যাসিটেটের সহিত অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া স্বাভাবিক তাপাংকে, (iii) ফুটন্ত অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও ইথাইল অ্যালকোহল এবং (iv) ইথাইল অ্যালকোহল ও সোডিয়াম অ্যামালগাম স্বাভাবিক তাপাংকে।

১০। কোন তরল যৌগের $C = 54.54\%$, $H = 9.09\%$ এবং বাষ্প ঘনত্ব 44. ফুটন্ত কস্টিক সোডা ইহাকে অ্যাসিডে (সোডিয়াম লবণরূপে) রূপান্তরিত করে। পাতন করিলে জল-মিশ্রিত প্রথম যৌগ পাওয়া যায়। পাতিত তরলে আইয়োডিন ও সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করিলে হলুদ অধঃক্ষেপ দেখা দেয়। যৌগের সম্ভাব্য আণবিক গঠন কি?

১১। পরীক্ষাগারে অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার প্রধান প্রয়োগ কি? অ্যাসিটিল ক্লোরাইডকে (i) ইথাইল অ্যাসিটেট, (ii) অ্যাসিট্যামাইড ও (iii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডে রূপান্তরিত করিবার উপায় কি?

১২। অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে গ্লাইসিন প্রস্তুত করিবার প্রণালী বর্ণনা কর। গ্লাইসিনের সহিত (i) নাইট্রাস অ্যাসিড, (ii) কস্টিক সোডা, (iii) সোডা-চুন ও (iv) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার বিবরণ দাও।

১৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) কেট্রকার সংশ্লেষণ, (ii) সাবান-প্রস্তুতি (saponification), (iii) যুগ্ম-আয়ন (zwitterion) এবং (iv) তৈল কঠিনীকরণ (hardening of oils).

১৪। নাইট্রোঅ্যালকেন কাহাকে বলে? ইহাদের প্রস্তুত প্রণালী উল্লেখ কর। নাইট্রোইথেন ও ইথাইল নাইট্রাইট চিহ্নিত করিবার উপায় কি?

১৫। অ্যাসিট্যামাইড তৈয়ার হয় কি রূপে? কোন্ অবস্থায় ইহার সহিত (i) কস্টিক পটাশ, (ii) ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড, (iii) নাইট্রাস অ্যাসিড এবং (iv) ব্রোমিন ও কস্টিক পটাশের কি বিক্রিয়া ঘটে?

১৬। কোন যৌগের $C = 40.68\%$, $H = 8.47\%$, $N = 23.73\%$ এবং আণবিক ওজন 59. ইহার আণবিক গঠন কি হইতে পারে?

দশম অধ্যায়

অ্যামিন ও সায়ানোজেনের যৌগ

অ্যামিন: অ্যামোনিয়ার, NH_3, হাইড্রোজেন অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যামিন পাওয়া যায়; এক, দুই এবং তিন পরমাণু প্রতিস্থাপিত হইলে যথাক্রমে প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী এবং টারশিয়ারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়।

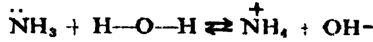
NH_3	$CH_3\text{-}NH_2$	$(CH_3)_2NH$	$(CH_3)_3N$
অ্যামোনিয়া	মিথাইলঅ্যামিন	ডাইমিথাইলঅ্যামিন	ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন
	(প্রাইমারী)	(সেকেণ্ডারী)	(টারশিয়ারী)

প্রাইমারী অ্যামিন অ্যালকেনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যামিনো গ্রুপ, $-NH_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হওয়ার ফল। প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিনের সাধারণ আণবিক সংকেত যথাক্রমে $R\text{-}NH_2$, $RR'NH$ ও $RR'R''N$. সেকেণ্ডারী অ্যামিনের অ্যালকিল গ্রুপ, R এবং R', অভিন্ন হইলে ইহাকে সরল বা প্রতিসম অ্যামিন, এবং বিভিন্ন হইলে তাহাকে মিশ্র বা অপ্রতিসম অ্যামিন বলা হয়। ডাইমিথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3$, সরল এবং মিথাইলইথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}NH\text{-}C_2H_5$, মিশ্র অ্যামিন। প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিনের সক্রিয় গ্রুপ যথাক্রমে অ্যামিনো, NH_2-, ইমিনো, -NH-, এবং টারশিয়ারী নাইট্রোজেন পরমাণু, >N-. অ্যামিনের এই শ্রেণীবিভাগ প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের সংখ্যার ভিত্তিতে; অ্যালকোহল অথবা অ্যালকিল হ্যালাইডের শ্রেণীবিভাগ হইতে ইহা স্বতন্ত্র। আইসোপ্রোপাইলঅ্যামিন, $(CH_3)_2CH\text{-}NH_2$, এবং টারশিয়ারী বিউটাইলঅ্যামিন, $(CH_3)_3C\text{-}NH_2$, প্রাইমারী অ্যামিন কারণ অ্যামোনিয়ার মাত্র একটি হাইড্রোজেন পরমাণু উভয় ক্ষেত্রেই প্রতিস্থাপিত হইয়াছে।

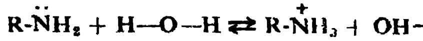
নামকরণ: অ্যামিনের সাধারণ নামকরণে প্রথমে অ্যালকিল গ্রুপ এবং তার পর অ্যামিন একটি শব্দরূপে উল্লিখিত হয়; যথা ইথাইলঅ্যামিন, $C_2H_5\text{-}NH_2$ (ইথাইল অ্যামিন নয়); ইথাইলমিথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}NH\text{-}C_2H_5$, আইসোপ্রোপাইলঅ্যামিন, $(CH_3)_2CHNH_2$, ইথিলিনডাইঅ্যামিন, $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, ইত্যাদি। IUPAC পদ্ধতিতে ইহাদের নাম অ্যামিনোঅ্যালকেন যথা অ্যামিনোমিথেন, $CH_3\text{-}NH_2$, 2-অ্যামিনোপ্রোপেন, $CH_3\text{-}CH(NH_2)\text{-}CH_3$, মিথাইলঅ্যামিনোইথেন, $CH_3\text{-}NH\text{-}C_2H_5$, ইত্যাদি। কেবল প্রতিস্থাপিত এবং জটিল গঠনের অ্যামিনের জন্য এই পদ্ধতি ব্যবহৃত হইয়া থাকে। যেমন অ্যামিনোইথানল (ইথানলঅ্যামিন), $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$, 2-অ্যামিনো-3-মিথাইলপেনটেন, $CH_3\text{-}CH(NH_2)\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, ইত্যাদি।

অ্যামিনের ক্ষারীয় প্রকৃতি: অ্যামোনিয়া, NH_3, এবং অ্যামিনে, $R\text{-}NH_2$, এক

জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন আছে। ইহারা প্রোটনের সহিত মিলিত হইয়া অ্যামোনিয়াম আয়ন, $\overset{+}{N}H_4$, বা $R\text{-}\overset{+}{N}H_3$, গঠন করে। জলের প্রোটনের সহিত অ্যামিনের বিক্রিয়ায় হাইড্রক্সাইড আয়ন, OH^-, বিমুক্ত হয়।



$$\ddot{N}H_3 + H\text{—}O\text{—}H \rightleftharpoons \overset{+}{N}H_4 + OH^-$$



$$R\text{-}\ddot{N}H_2 + H\text{—}O\text{—}H \rightleftharpoons R\text{-}\overset{+}{N}H_3 + OH^-$$

আধুনিক সংজ্ঞা অনুসারে ইলেকট্রন-দাতা বা প্রোটন-গ্রহীতাকে ক্ষার বলা হয়; অতএব অ্যামিনমাত্রই জৈব ক্ষার। মিথাইলঅ্যামিন ($K_b = 4.2\times10^{-4}$) অ্যামোনিয়া ($K_b = 1.8\times10^{-5}$) অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষার। ইহার কারণ মিথাইল গ্রুপ বন্ধনের ইলেকট্রন পার্শ্ববর্তী নাইট্রোজেনের দিকে ঠেলিয়া দেয়। ইহাতে নাইট্রোজেনে ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। এই বাড়তি ইলেকট্রন ইহার প্রোটন-আকর্ষণ-শক্তি বৃদ্ধি করে। তাই মিথাইলঅ্যামিন তীব্রতর। অনুরূপ কারণে ডাইমিথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3$ ($K_b = 5.1\times10^{-4}$) মিথাইলঅ্যামিন অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষার। পক্ষান্তরে ইলেকট্রন-আকর্ষী গ্রুপ, যথা -OH, দূরবর্তী নাইট্রোজেনের বন্ধন ইলেকট্রন নিজের দিকে টানিয়া লয়। ইহাতে নাইট্রোজেনে ইলেকট্রনের ঘাটতি ঘটে এবং ইহার প্রোটন-আকর্ষণ-শক্তি হ্রাস পায়। ইথানলঅ্যামিন, $HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, ($K_b = 3.2\times10^{-5}$) ইথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, ($K_b = 4.3\times10^{-4}$) অপেক্ষা মৃদুতর ক্ষার।

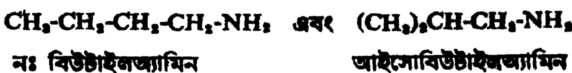
সমাবয়বতা: সমাবয়বী অ্যামিন তিন প্রকার: (i) একই কার্বন-শৃংখলের বিভিন্ন কার্বনের সহিত অ্যামিনো গ্রুপ যুক্ত থাকে (অবস্থান-ঘটিত):



$CH_3\text{-}CH(NH_2)\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ এবং $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

2-অ্যামিনোবিউটেন 1-অ্যামিনোবিউটেন

(ii) বিভিন্ন কার্বন-কাঠামো-বিশিষ্ট সমাবয়বী অ্যালকিল গ্রুপ অ্যামিনো গ্রুপের সহিত সংযুক্ত থাকিতে পারে (শৃংখল বা নিউক্লিয়াস-ঘটিত):



$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ এবং $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

নঃ বিউটাইলঅ্যামিন আইসোবিউটাইলঅ্যামিন

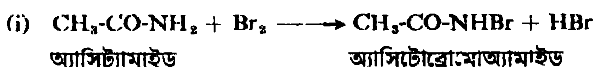
(iii) বিভিন্ন অ্যালকিল গ্রুপ (এবং 0, 1, 2 হাইড্রোজেন পরমাণু) নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত থাকিতে পারে; ইহাদিগকে মেটামারিক অ্যামিন বলে (মেটামারিক ইথার দেখ, পৃঃ ১২০):



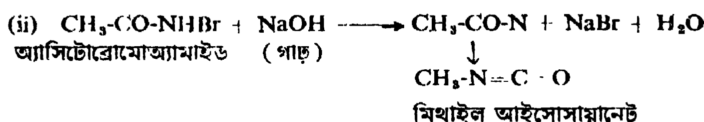
$(CH_3)_3N$, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3$ এবং $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

প্রাইমারী অ্যামিন: মিথাইলঅ্যামিন, $CH_3\text{-}NH_2$, সরলতম আণবিক গঠনের। হেরিং (সামুদ্রিক মাছ)-ডুবানো-নুন-জলে ইহা পাওয়া যায়। কোন কোন প্রোটিন এবং অ্যালক্যালয়ড মিথাইলঅ্যামিনে বিয়োজিত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যাসিড অ্যামাইড হইতে:** কাঁচ কুপীতে নির্জল অ্যাসিট্যামাইড (12 g) লইয়া তাহাতে ধীরে ধীরে ব্রোমিন (11 cc) মিশাও। মাঝে মাঝে ঠাণ্ডা জলে কুপী ডুবাইয়া উত্তাপ হ্রাস কর। অতঃপর ইহাতে কস্টিক সোডা দ্রবণ (10%) যোগ কর যত ক্ষণ না তরল হালকা হলুদ দেখায়। পাতন কুপীতে গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণ (30 g+75 cc জল) লইয়া জল-গাহে $60°$ তাপাংকে কুপী ডুবাও। বিয়োজী ফানেল হইতে হলুদ দ্রবণ ধীরে ধীরে পাতন কুপীতে যোগ কর। মিথাইলঅ্যামিন গ্যাস নিষ্ক্রান্ত হয়। বীকারে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপর ফানেল উপুড় করিয়া তাহার নল কনডেনসারের শেষ প্রান্তের সহিত যোগ কর। গ্যাসীয় মিথাইলঅ্যামিন বীকারে প্রবেশ করিবামাত্র মিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড, $CH_3\text{-}NH_2.HCl$, গঠন করে; ইহা জলে অতি দ্রবণীয়। ঘনীভূত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে ইহার স্ফটিক পাইবে। লঘু কস্টিক সোডাসহ ইহা গরম করিলে মিথাইলঅ্যামিন গ্যাস নির্গত হয়। এই হফ্‌মান বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে।



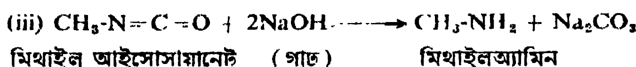
$$\text{(i)}\quad \underset{\text{অ্যাসিট্যামাইড}}{CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2} + Br_2 \xrightarrow{\text{ঠাণ্ডায়}} \underset{\text{অ্যাসিটোব্রোমোঅ্যামাইড}}{CH_3\text{-}CO\text{-}NHBr} + HBr$$



$$\text{(ii)}\quad \underset{\text{অ্যাসিটোব্রোমোঅ্যামাইড}}{CH_3\text{-}CO\text{-}NHBr} + \underset{\text{(গাঢ়)}}{NaOH} \xrightarrow{\text{উত্তাপে}} CH_3\text{-}CO\text{-}N + NaBr + H_2O$$

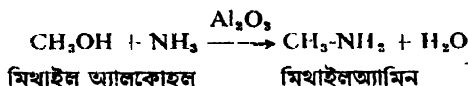
$$\downarrow$$

$$\underset{\text{মিথাইল আইসোসায়ানেট}}{CH_3\text{-}N=C=O}$$

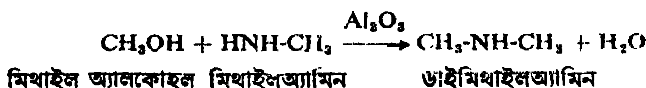


$$\text{(iii)}\quad \underset{\text{মিথাইল আইসোসায়ানেট}}{CH_3\text{-}N=C=O} + \underset{\text{(গাঢ়)}}{2NaOH} \xrightarrow{\text{উত্তাপে}} \underset{\text{মিথাইলঅ্যামিন}}{CH_3\text{-}NH_2} + Na_2CO_3$$

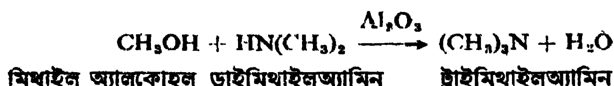
(২) **মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যামোনিয়া হইতে:** শিল্পে $380°-450°$ তাপাংকে 15 বায়ু চাপে বাষ্পীয় মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যামোনিয়া গ্যাস অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া মনো-, ডাই- ও ট্রাই-মিথাইলঅ্যামিনের মিশ্রণ তৈয়ার হয়। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা হয়।



$$\underset{\text{মিথাইল অ্যালকোহল}}{CH_3OH} + NH_3 \xrightarrow{Al_2O_3} \underset{\text{মিথাইলঅ্যামিন}}{CH_3\text{-}NH_2} + H_2O$$

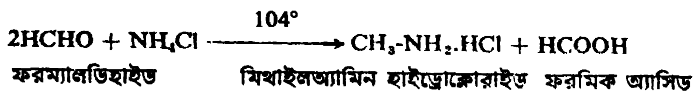


$$\underset{\text{মিথাইল অ্যালকোহল}}{CH_3OH} + \underset{\text{মিথাইলঅ্যামিন}}{HNH\text{-}CH_3} \xrightarrow{Al_2O_3} \underset{\text{ডাইমিথাইলঅ্যামিন}}{CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3} + H_2O$$



$$\underset{\text{মিথাইল অ্যালকোহল}}{CH_3OH} + \underset{\text{ডাইমিথাইলঅ্যামিন}}{HN(CH_3)_2} \xrightarrow{Al_2O_3} \underset{\text{ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন}}{(CH_3)_3N} + H_2O$$

(৩) **ফরম্যালডিহাইড হইতে:** অন্য শিল্প পদ্ধতিতে ফরম্যালিন ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (1 : 1) 104°-তে গরম করিয়া মিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড প্রস্তুত হয়।

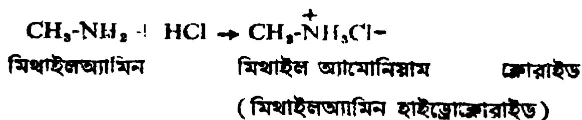


$$2HCHO + NH_4Cl \xrightarrow{104^\circ} CH_3\text{-}NH_2.HCl + HCOOH$$

ফরম্যালডিহাইড   মিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড   ফরমিক অ্যাসিড

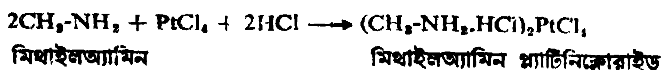
ধর্ম: মিথাইলঅ্যামিন বর্ণহীন গ্যাস; গন্ধ আঁষটে, অ্যামোনিয়ার আমেজ আছে। জল ও অ্যালকোহলে ইহা অতি দ্রবণীয়, জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়, লাল লিটমাস নীল করে। বায়ুতে মিথাইলঅ্যামিন পীত শিখায় জ্বলে। কিন্তু অ্যামোনিয়া গ্যাস অদাহ্য; অতএব ইহাদিগকে সহজে শনাক্ত করা যায়। অ্যামিনের কার্বন-নাইট্রোজেন বন্ধন, C-N<, দৃঢ়; আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা অটুট থাকে।

বিক্রিয়া: (১) **লবণ গঠন:** মিথাইলঅ্যামিন অ্যাসিডের সহিত স্ফটিকাকার ও জলে অতি দ্রবণীয় লবণ উৎপাদন করে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে প্ল্যাটিনিক ক্লোরাইডের সহিত মিথাইলঅ্যামিন পীতবর্ণ মিথাইলঅ্যামিন প্ল্যাটিনিক্লোরাইড গঠন করে। ইহার স্ফটিক জলে অদ্রবণীয়; প্রবল উত্তাপে প্ল্যাটিনামে বিয়োজিত হয়। অ্যামিনের মাত্রিক নিরূপণ ও আণবিক ওজন নির্ধারণে ইহা কাজে লাগে।



$$CH_3\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow CH_3\text{-}\overset{+}{N}H_3Cl^-$$

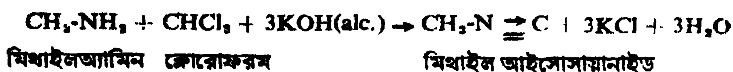
মিথাইলঅ্যামিন   মিথাইল অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড
(মিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড)



$$2CH_3\text{-}NH_2 + PtCl_4 + 2HCl \longrightarrow (CH_3\text{-}NH_2.HCl)_2PtCl_4$$

মিথাইলঅ্যামিন   মিথাইলঅ্যামিন প্ল্যাটিনিক্লোরাইড

(২) **কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া:** অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ও ক্লোরোফরমসহ মিথাইলঅ্যামিন (অথবা অন্য যে কোন প্রাইমারী অ্যামিন) ঈষৎ গরম করিলে মিথাইল আইসোসায়ানাইড বা কার্বাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। ইহার দুর্গন্ধ অসহনীয়। এই বিক্রিয়া দ্বারা প্রাইমারী অ্যামিন চিহ্নিত করা চলে কারণ সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিন নিষ্ক্রিয় থাকে।



$$CH_3\text{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH(alc.) \rightarrow CH_3\text{-}N \rightleftharpoons C + 3KCl + 3H_2O$$

মিথাইলঅ্যামিন   ক্লোরোফরম   মিথাইল আইসোসায়ানাইড

(৩) **নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড (জলীয় সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) মিথাইলঅ্যামিনের অ্যামিনো গ্রুপ হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া মিথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন করে। নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। কিন্তু মিথাইল অ্যালকোহলের অধিকাংশ অতিরিক্ত নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত মিথাইল নাইট্রাইট (এস্টার) গঠন করে; ইহা বর্ণহীন গ্যাস; নাইট্রোজেনের সহিত

নিষ্ক্রান্ত হয়। কার্যতঃ অতি সামান্য মিথানল পাওয়া যায়। নাইট্রোজেনের উৎপাদন মাত্রিক। ইথাইলঅ্যামিন, $C_2H_5\text{-}NH_2$, এই অবস্থায় 60% ইথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত হয়।



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HO\text{-}N{=}O \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + N_2 + H_2O$$

ইথাইলঅ্যামিন ইথাইল অ্যালকোহল

(৪) অ্যাসিটিলেশন : অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড বিনা উত্তাপে মিথাইলঅ্যামিনের অ্যামিনো হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল গ্রুপ, $CH_3\text{-}CO\text{-}$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড গঠন করে। ক্ষারধর্মী পিরিডিন উৎপন্ন হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বিশোষণ করিয়া বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিন শনাক্ত করিতে প্রতিস্থাপিত অ্যামাইড সহায়ক ; ইহারা স্ফটিকাকার এবং ইহাদের গলনাংক নির্দিষ্ট।



$$CH_3\text{-}NH_2 + CH_3\text{-}CO\text{-}Cl \longrightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}OC\text{-}CH_3 + HCl$$

মিথাইলঅ্যামিন অ্যাসিটিল ক্লোরাইড মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড



$$CH_3\text{-}NH_2 + (CH_3\text{-}CO)_2O \longrightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}OC\text{-}CH_3 + CH_3COOH$$

অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৫) অ্যালকিল হ্যালাইডের সহিত : দুই-মুখ-বন্ধ নলে অ্যালকোহলীয় মিথাইলঅ্যামিন ও মিথাইল আইয়োডাইড গরম করিলে, অ্যামিনো হাইড্রোজেন মিথাইল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং ডাইমিথাইলঅ্যামিন পাওয়া যায়। অত্যধিক মিথাইল আইয়োডাইড থাকিলে, ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন এবং অবশেষে টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড উৎপন্ন হইতে পারে।



$$CH_3\text{-}NH_2 + CH_3I \longrightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3 + HI$$

মিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন



$$(CH_3)_2NH + CH_3I \longrightarrow (CH_3)_3N + HI$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন



$$(CH_3)_3N + CH_3I \longrightarrow (CH_3)_4\overset{+}{N}I^-$$

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড

ব্যবহার : মিথাইলঅ্যামিনের প্রধান প্রয়োগ হিমায়ন ও কীটনাশক 'সেভিন' উৎপাদনে ; কিছু রঞ্জনদ্রব্য ও ঔষধ ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম জাতীয় কৃত্রিম পরিষ্কারক (synthetic detergents) প্রস্তুত করিতে মিথাইলঅ্যামিন প্রয়োজন হয়। ইহা খর জলে (hard water) ব্যবহার করা চলে। কোমল রবার কঠিনীকরণে (vulcanization) বিবিধ অনুঘটকের ইহা উপাদান।

আণবিক গঠন : (i) মিথাইলঅ্যামিনের আণবিক সংকেত CH_5N. (ii) মিথাইল আইয়োডাইড ও অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া হইতে উৎপত্তি, এবং নাইট্রাস অ্যাসিডের

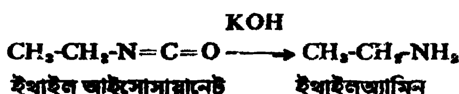
সহিত বিক্রিয়ায় মিথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তর একটি মিথাইল গ্রুপের, $-CH_3$, অস্তিত্ব সূচিত করে। কার্বন, হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় মিথাইলঅ্যামিনের আণবিক গঠন: $CH_3-N\langle^{H}_{H}$.

ইথাইলঅ্যামিনের, $C_2H_5-NH_2$, আকৃতি, প্রকৃতি এবং প্রস্তুত প্রণালী মিথাইল-অ্যামিনের অনুরূপ। হফ্‌ম্যান বিক্রিয়ায় প্রোপাইয়োন্যামাইড, ব্রোমিন ও কস্টিক পটাশ হইতে ইথাইলঅ্যামিন পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 80%.



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}NH_2 + Br_2 + KOH \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}NHBr \xrightarrow{KOH}$$

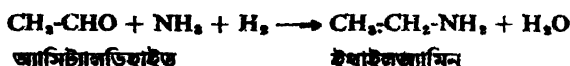
প্রোপাইয়োন্যামাইড প্রোপাইয়োনোব্রোমোঅ্যামাইড



$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}N{=}C{=}O \xrightarrow{KOH} CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$$

ইথাইল আইসোসায়ানেট ইথাইলঅ্যামিন

পিষে 140° তাপাংকে অ্যাসিট্যালডিহাইড, অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোজেন চাপ-পিষ্ট অবস্থায় নিকেল কণিকার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া ইথাইলঅ্যামিন তৈয়ার হয়। এই সঙ্গে কিছু ডাই- ও ট্রাই-ইথাইলঅ্যামিনও উৎপন্ন হয়।



$$CH_3\text{-}CHO + NH_3 + H_2 \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড ইথাইলঅ্যামিন

ধর্ম: ইথাইলঅ্যামিন অতি উদ্বায়ী, সহজ-দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 17°; আঃ গুঃ 0.706); গন্ধ মিথাইলঅ্যামিনের মত, আঁষটে ও অ্যামোনিয়ার গন্ধের মিশ্রণ; স্বাদ তীব্র ও পীড়াদায়ক। ইথাইলঅ্যামিন জল ও অ্যালকোহলে অতি দ্রবণীয়।

ব্যবহার: ইথাইলঅ্যামিনের ব্যবহার অবদ্রব (emulsion) তৈয়ার করিতে। কিছু রঞ্জনদ্রব্য ও মরিচা-নিরোধক রাসায়নিক পদার্থ ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। ভালকানিজেশন ত্বরান্বিতকারী (acclorator) দ্রব্যের উৎপাদনে প্রচুর ইথাইলঅ্যামিন লাগে।

প্রাইমারী অ্যামিনের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে: দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে অ্যালকিল আইয়োডাইড এবং অতিরিক্ত অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া (গাঢ়) 100° তাপাংকে গরম করিলে প্রধানতঃ প্রাইমারী অ্যামিন এবং কিছু সেকেণ্ডারী ও টার্শিয়ারী অ্যামিন পাওয়া যায়। ইহাদিগকে পৃথক করা শক্ত।

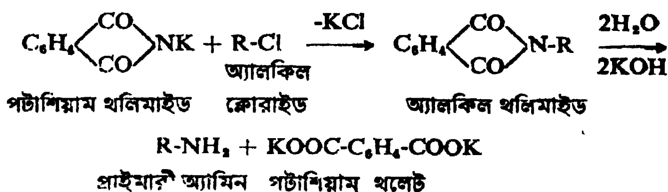


$$R\text{-}I + NH_3 \longrightarrow R\text{-}NH_2 + HI \longrightarrow R\text{-}\overset{+}{N}H_3I^-$$

অ্যালকিল আইয়োডাইড প্রাইমারী অ্যামিন প্রাইমারী অ্যামিন হাইড্রাইয়োডাইড

150° তাপাংকে পটাশিয়াম থলিমাইড ও অ্যালকিল হ্যালাইড গরম করিয়া উৎপন্ন

অ্যালকিল থলিমাইড ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে অতি বিশুদ্ধ প্রাইমারী অ্যামিন পাওয়া যায়।



(২) **অ্যালকিল সায়ানাইড হইতে:** জায়মান হাইড্রোজেন (যথা সোডিয়াম ও ফুটন্ত অ্যালকোহল হইতে) অ্যালকিল সায়ানাইডকে অনুরূপ প্রাইমারী অ্যামিনে রূপান্তরিত করে। জায়মান হাইড্রোজেন হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডকে মিথাইলঅ্যামিনে বিজারিত করে: $HCN + 4H \rightarrow CH_3\text{-}NH_2$.



অ্যালকিল সায়ানাইড প্রাইমারী অ্যামিন

(৩) **অ্যাসিড অ্যামাইড হইতে:** হফ্‌মান বিক্রিয়ায় অ্যাসিড অ্যামাইড, ব্রোমিন ও গরম কস্টিক পটাশ হইতে কেবল প্রাইমারী অ্যামিন পাওয়া যায়। নিকেল অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন গ্যাস অ্যাসিড অ্যামাইডকে প্রাইমারী অ্যামিনে বিজারিত করে।

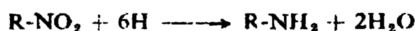


অ্যাসিড অ্যামাইড প্রাইমারী অ্যামিন



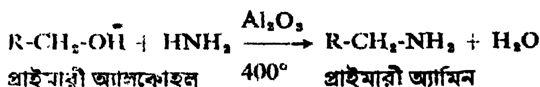
অ্যাসিড অ্যামাইড প্রাইমারী অ্যামিন

(৪) **নাইট্রোঅ্যালকেন হইতে:** জায়মান হাইড্রোজেন (টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) অথবা র‍্যানি নিকেলের উপস্থিতিতে চাপ-পিষ্ট হাইড্রোজেন নাইট্রোঅ্যালকেনকে অনুরূপ প্রাইমারী অ্যামিনে বিজারিত করে।



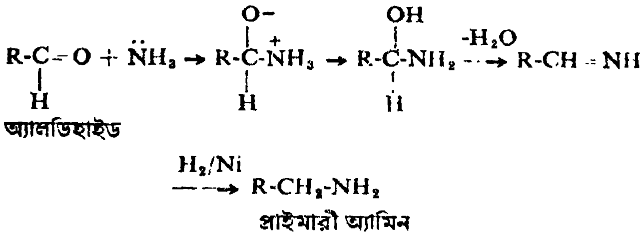
নাইট্রোঅ্যালকেন প্রাইমারী অ্যামিন

(৫) **প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে:** উচ্চ বায়ু চাপে অত্যধিক অ্যামোনিয়া গ্যাস ও বাষ্পীয় আলকোহল 400° তাপাংকে অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে প্রধানতঃ প্রাইমারী অ্যামিন এবং সামান্য সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



(৬) **অ্যালডিহাইড হইতে:** বাষ্পাকারে অ্যালডিহাইড (অথবা কিটোন), অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া এবং হাইড্রোজেন 140° তাপাংকে চাপ-পিষ্ট অবস্থায় র‍্যানি নিকেলের উপর

দিয়া চালিত করিলে প্রধানতঃ প্রাইমারী অ্যামিন এবং কিছু সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিন পাওয়া যায়।



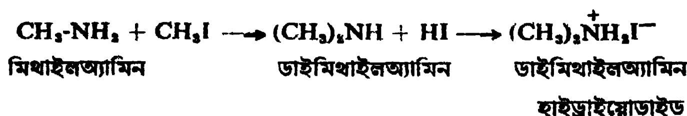
$$R\text{-}CH(OH)\text{-}NH_2 \xrightarrow{-H_2O} R\text{-}CH{=}NH \xrightarrow{H_2/Ni} R\text{-}CH_2\text{-}NH_2$$

প্রাইমারী অ্যামিন

প্রাইমারী অ্যামিনের সাধারণ ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে মিথাইল- ও ইথাইল-অ্যামিন গ্যাসীয়; ঊর্ধতন অ্যামিন জল অপেক্ষা লঘুতর, বর্ণহীন তরল। অধস্তন অ্যামিন জলে অতি দ্রবণীয়, আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে ইহাদের জলে দ্রবণীয়তা হ্রাস পাইতে থাকে। অধিক আণবিক-ওজন-বিশিষ্ট অ্যামিন জলে অদ্রবণীয়। অ্যালকোহলের তুলনায় অ্যামিনে হাইড্রোজেন বন্ধন দুর্বলতর (কারণ অক্সিজেন অপেক্ষা নাইট্রোজেন কম ইলেকট্রন-আকর্ষী)। কাজেই কাছাকাছি আণবিক ওজনের অ্যালকোহল হইতে ইহাদের স্ফুটনাংক অনেক নিম্নতর। তরলীকৃত মিথাইলঅ্যামিনের (আণবিক ওজন 31) স্ফুটনাংক -6.5° কিন্তু মিথাইল অ্যালকোহলের (আণবিক ওজন 32) স্ফুটনাংক 64.5°. অধস্তন অ্যামিনসমূহ অতিশয় সহজদাহ্য; ইহাদের গন্ধ তীব্র, আঁষটে এবং অ্যামোনিয়ার গন্ধের আমেজযুক্ত। ঊর্ধতন অ্যামিনের গন্ধ মৃদু, অনেকেই গন্ধহীন। ইহারাও দাহ্য। অ্যামিন বিষাক্ত, ত্বকক্ষয়ী এবং চক্ষুর পীড়াদায়ক। ইহাদের জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়, লাল লিটমাসকে নীল করে। কোন কোন ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণ হইতে ইহারা ধাতব হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত করে। প্রাইমারী অ্যামিনসমূহের ধর্ম ও বিক্রিয়া মিথাইলঅ্যামিনের অনুরূপ, সকলেই অ্যাসিডের সহিত স্ফটিকাকার, জলে দ্রবণীয় লবণ গঠন করে, ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশসহ গরম করিলে দুর্গন্ধযুক্ত কার্বাইলঅ্যামিনে পরিণত হয়, নাইট্রাস অ্যাসিড দ্বারা বিনা উত্তাপে অ্যালকোহল ও নাইট্রোজেনে বিয়োজিত হয়, অ্যাসিটিল ক্লোরাইড বা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত প্রতিস্থাপিত অ্যাসিড অ্যামাইড উৎপাদন করে, $PtCl_4$ ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত হলুদ বর্ণের যুগ্ম-লবণ গঠন করে ইত্যাদি।

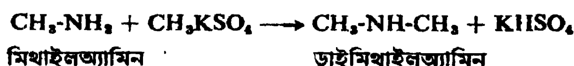
সেকেণ্ডারী অ্যামিন: সরলতম আণবিক গঠনের সেকেণ্ডারী অ্যামিন ডাইমিথাইল-অ্যামিন $(CH_3)_2NH$; হেরিং মাছ হইতে ইহাও মিথাইলঅ্যামিনের সহিত নুন জলে মিশিয়া যায়। ইহা উদ্ভিদ কোষে সামান্য পরিমাণ পাওয়া যায়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) প্রাইমারী অ্যামিন (মিথাইলঅ্যামিন) হইতে: দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে 100° তাপাংকে অ্যালকোহলীয় মিথাইলঅ্যামিন ও হিসাব মত মিথাইল আইয়োডাইড গরম করিলে ডাইমিথাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। মিথাইলঅ্যামিন এবং মিথাইল পটাশিয়াম সালফেট গরম করিলেও ইহা মিলে।



$$CH_3\text{-}NH_2 + CH_3I \longrightarrow (CH_3)_2NH + HI \longrightarrow (CH_3)_2\overset{+}{N}H_2I^-$$

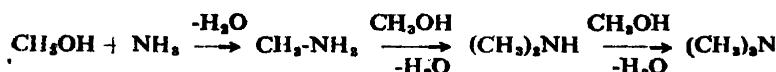
মিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন হাইড্রাইয়োডাইড



$$CH_3\text{-}NH_2 + CH_3KSO_4 \longrightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3 + KHSO_4$$

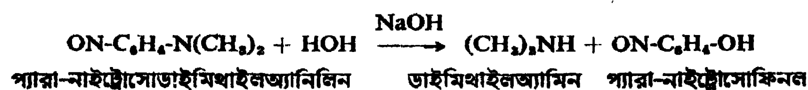
মিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন

(২) **অ্যালকোহল হইতে :** শিল্পে চাপ-পিণ্ড অ্যামোনিয়া ও অতিরিক্ত বাষ্পীয় মিথাইল অ্যালকোহল 400° তাপাংকে অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া ডাইমিথাইলঅ্যামিন তৈয়ার হয়। সঙ্গে কিছু মনো- এবং ট্রাই-মিথাইলঅ্যামিনও উৎপন্ন হয়।



$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow{-H_2O} CH_3\text{-}NH_2 \xrightarrow[-H_2O]{CH_3OH} (CH_3)_2NH \xrightarrow[-H_2O]{CH_3OH} (CH_3)_3N$$

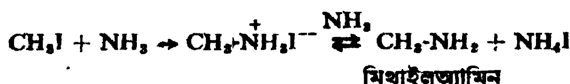
(৩) **নাইট্রোসোডাইমিথাইলঅ্যানিলিন হইতে :** প্যারা-নাইট্রোসোডাইমিথাইলঅ্যানি-লিনকে ফুটন্ত কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা আদ্র´-বিশ্লেষ করিলে মনো- এবং ট্রাই-মিথাইলঅ্যামিন-মুক্ত বিশুদ্ধ ডাইমিথাইলঅ্যামিন মিলে।



$$ON\text{-}C_6H_4\text{-}N(CH_3)_2 + HOH \xrightarrow{NaOH} (CH_3)_2NH + ON\text{-}C_6H_4\text{-}OH$$

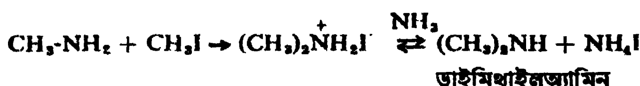
প্যারা-নাইট্রোসোডাইমিথাইলঅ্যানিলিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন প্যারা-নাইট্রোসোফিনল

(৪) **অ্যালকিল হ্যালাইড হইতে :** দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে মিথাইল আইয়োডাইড ও অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া 100° তাপাংকে গরম করিলে ডাইমিথাইলঅ্যামিন এবং মিথাইল- ও ট্রাইমিথাইল-অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



$$CH_3I + NH_3 \rightarrow CH_3\text{-}\overset{+}{N}H_3I^- \overset{NH_3}{\rightleftharpoons} CH_3\text{-}NH_2 + NH_4I$$

মিথাইলঅ্যামিন



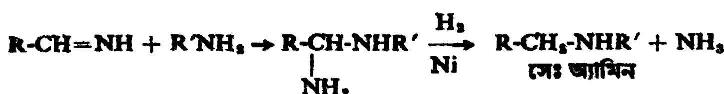
$$CH_3\text{-}NH_2 + CH_3I \rightarrow (CH_3)_2\overset{+}{N}H_2I^- \overset{NH_3}{\rightleftharpoons} (CH_3)_2NH + NH_4I$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন

(৫) **অ্যালকিল সায়ানাইড হইতে :** র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন অ্যালকিল সায়া-নাইডকে প্রাইমারী অ্যামিনে বিজারিত করে। এই সঙ্গে উৎপন্ন ইমিন এবং প্রাইমারী অ্যামিনের বিক্রিয়ায় সেকেণ্ডারী (এবং টারশিয়ারী) অ্যামিন পাওয়া যায়; অ্যামোনিয়া বিচ্ছিন্ন হয়। বিজারণে যথেষ্ট অ্যামোনিয়া হাইড্রোজেনের সহিত মিশানো থাকিলে এই আনুষঙ্গিক বিক্রিয়া দমিত এবং অধিকতর প্রাইমারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়।



$$R\text{-}C\equiv N + 2H_2 \xrightarrow{Ni} R\text{-}CH_2\text{-}NH_2\ (+\ R\text{-}CH{=}NH)$$

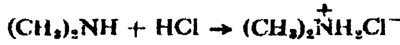


$$R\text{-}CH{=}NH + R'NH_2 \rightarrow R\text{-}\underset{NH_2}{\underset{|}{C}H}\text{-}NHR' \xrightarrow[Ni]{H_2} R\text{-}CH_2\text{-}NHR' + NH_3$$

সেঃ অ্যামিন

ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে ডাইমিথাইলঅ্যামিন গ্যাসীয়; চাপে বা শীতলীকরণে ইহা সহজে তরলে পরিণত হয় (স্ফুটনাংক 7°; আঃ গুঃ 0.654). ইহা জলে অতি দ্রবণীয়; জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়, লাল লিটমাসকে নীল করে। ডাইমিথাইলঅ্যামিনের গন্ধ মিথাইল-অ্যামিনের মত, আঁষটে এবং অ্যামোনিয়ার আমেজযুক্ত।

বিক্রিয়া: (১) **লবণ উৎপাদন:** ডাইমিথাইলঅ্যামিন অ্যাসিডের সহিত স্ফটিকাকার, জলে দ্রবণীয় লবণ গঠন করে। ফুটন্ত কস্টিক সোডা দ্রবণ লবণকে পুনরায় ডাইমিথাইল-অ্যামিনে রূপান্তরিত করে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে প্ল্যাটিনিক ক্লোরাইডের সহিত ডাইমিথাইলঅ্যামিন হলুদ বর্ণের স্ফটিকাকার এবং জলে অদ্রবণীয় ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট উৎপাদন করে। প্রবল উত্তাপে ইহা বিয়োজিত হয় এবং কেবল প্ল্যাটিনাম অবশিষ্ট থাকে। অ্যামিনের আণবিক ওজন নিরূপণে ইহা বিশেষ সহায়ক।



$$(CH_3)_2NH + HCl \rightarrow (CH_3)_2\overset{+}{N}H_2Cl^-$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড (ডাইমিথাইলঅ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড)



$$2(CH_3)_2NH + PtCl_4 + 2HCl \rightarrow [(CH_3)_2NH.HCl]_2PtCl_4$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যামিন ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট

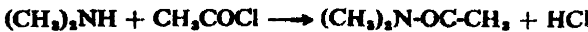
(২) **নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত:** নাইট্রাস অ্যাসিড (সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড) ডাইমিথাইলঅ্যামিনকে সাধারণ তাপাংকে নাইট্রোসোঅ্যামিনে রূপান্তরিত করে। নাইট্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয় না (মিথাইলঅ্যামিনের সহিত পার্থক্য)। ডাইমিথাইল-নাইট্রোসোঅ্যামিন তৈলাকৃতি হলুদ তরল (স্ফুটনাংক 177°), প্রশম এবং স্টীমে উদ্বায়ী। ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে পুনরায় ডাইমিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইডে পরিণত করে।



$$(CH_3)_2NH + HO\text{-}NO \rightarrow (CH_3)_2N\text{-}NO + H_2O$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলনাইট্রোসোঅ্যামিন

(৩) **অ্যাসিটিলেশন:** সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড) সেকেণ্ডারী অ্যামিনের ইমিনো হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল গ্রুপ দ্বারা প্রতি-স্থাপিত করিয়া ডাইমিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড উৎপাদন করে। ইহা স্ফটিকাকার, ইহার গলনাংক সুনির্দিষ্ট। অ্যামিন শনাক্ত করিতে ইহা সহায়ক।



$$(CH_3)_2NH + CH_3COCl \longrightarrow (CH_3)_2N\text{-}OC\text{-}CH_3 + HCl$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড



$$(CH_3)_2NH + (CH_3\text{-}CO)_2O \longrightarrow (CH_3)_2N\text{-}OC\text{-}CH_3 + CH_3COOH$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ডাইমিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড

প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিন চিহ্নিত করিবার প্রকৃষ্ট উপায় কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া; অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ও ক্লোরোফরমসহ গরম করিলে প্রাইমারী অ্যামিন দুর্গন্ধযুক্ত

আইসোসায়ানাইড (বা কার্বাইলঅ্যামিন) উৎপাদন করে কিন্তু সেকেণ্ডারী (অথবা টারশিয়ারী) অ্যামিন তাহা করে না।

ব্যবহার: পশুর চামড়া হইতে লোম অপসারণ করিতে ডাইমিথাইলঅ্যামিন ব্যবহৃত হয়। প্রাকৃতিক রবার ব্যবহারযোগ্য কঠিন আকারে রূপান্তরিত করিবার পদ্ধতি (vulcanization) ইহা ত্বরান্বিত করে। আগাছা-নাশক পদার্থ তৈয়ার করিতে ইহা আবশ্যক। ডাইমিথাইলফরম্যামাইড বাণিজ্যিক দ্রাবক।

ডাই-ইথাইলঅ্যামিন, $(C_2H_5)_2NH$, আকৃতি, প্রকৃতি ও বিক্রিয়ায় ডাইমিথাইল-অ্যামিনের অনুরূপ। অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড এবং ইথাইলঅ্যামিন দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে উত্তপ্ত করিলে, কিংবা অ্যামোনিয়া গ্যাস ও অতিরিক্ত ইথাইল অ্যালকোহল বাষ্পাকারে 400° তাপাংকে অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে, ডাই-ইথাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। ইহা বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 56°; আঃ গুঃ 0.711)। ইহার বাণিজ্যিক গুরুত্ব অতি সামান্য।

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন, $(CH_3)_3N$, সরলতম আণবিক গঠনের টারশিয়ারী অ্যামিন; মৃত সামুদ্রিক মৎস্যে এবং গাঁজানো বীটের চিটাগুড়ে ইহা আছে।

প্রস্তুত প্রণালী : (১) **মিথাইল আইয়োডাইড হইতে:** হিসাব মত অ্যালকোহলীয় গাঢ় অ্যামোনিয়া ও মিথাইল আইয়োডাইড দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গরম করিলে ট্রাইমিথাইল-অ্যামিন এবং সামান্য টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড উৎপন্ন হয়।

$$3CH_3I + NH_3 \longrightarrow (CH_3)_3N + 3HI \longrightarrow (CH_3)_4\overset{+}{N}I^- + 2HI$$

মিথাইল আইয়োডাইড ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড

(২) **মিথাইলঅ্যামিন বা ডাইমিথাইলঅ্যামিন হইতে:** অতিরিক্ত মিথাইল পটাশিয়াম সালফেটসহ মিথাইলঅ্যামিন অথবা ডাইমিথাইলঅ্যামিন গরম করিলে ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন পাওয়া যায়।



$$(CH_3)_2NH + CH_3KSO_4 \longrightarrow (CH_3)_3N + KHSO_4$$

ডাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন

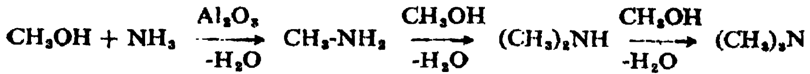
(৩) **ফরম্যালডিহাইড হইতে:** শিল্পে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড এবং অত্যধিক নির্জল ফরম্যালডিহাইড 120°-160° তাপাংকে উত্তপ্ত করিয়া ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.



$$2NH_4Cl + 9HCHO \longrightarrow 2(CH_3)_3\overset{+}{N}HCl^- + 3CO_2 + 3H_2O$$

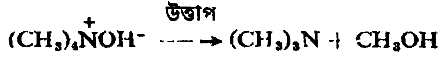
ফরম্যালডিহাইড ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড

(৪) **প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে:** অ্যামোনিয়া ও প্রচুর প্রাইমারী অ্যালকোহল নিরুদক অনুঘটক যথা অ্যালুমিনার উপর দিয়া 400° তাপাংকে প্রবাহিত করিলে টারশিয়ারী অ্যামিন মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ যথেষ্ট।



$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[-H_2O]{Al_2O_3} CH_3\text{-}NH_2 \xrightarrow[-H_2O]{CH_3OH} (CH_3)_2NH \xrightarrow[-H_2O]{CH_3OH} (CH_3)_3N$$

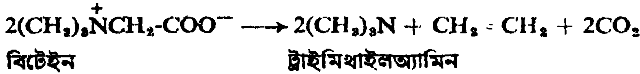
(৫) **কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম যৌগ হইতে:** টেট্রাঅ্যালকিলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রবল উত্তাপে বিশুদ্ধ টারশিয়ারী অ্যামিনে বিয়োজিত হয়।



$$(CH_3)_4\overset{+}{N}OH^- \xrightarrow{\text{উত্তাপ}} (CH_3)_3N + CH_3OH$$

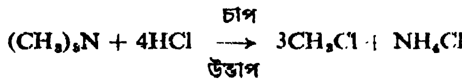
টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন

বীট-চিনির কারখানার বর্জিত চিটাগুড় (ইহাতে বিটেইন আছে) অন্তর্ধূম পাতন (destructive distillation) করিয়া শিল্পে ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন প্রস্তুত হয়। অতঃপর ইহাকে মিথাইল ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করা হয়।



$$2(CH_3)_3\overset{+}{N}CH_2\text{-}COO^- \longrightarrow 2(CH_3)_3N + CH_2 = CH_2 + 2CO_2$$

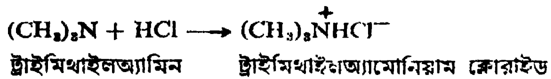
বিটেইন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন



$$(CH_3)_3N + 4HCl \xrightarrow[\text{উত্তাপ}]{\text{চাপ}} 3CH_3Cl + NH_4Cl$$

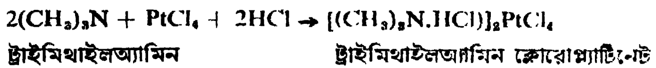
ধর্ম: সাধারণ তাপাংকে ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন গ্যাসীয়; তরলের স্ফুটনাংক 3.5° এবং আঃ গুঃ 0.632. ইথার ও অ্যালকোহলে ইহা অতি দ্রবণীয়; গন্ধ মনো- ও ডাই-মিথাইলঅ্যামিনের অনুরূপ।

বিক্রিয়া: (১) **লবণ উৎপাদন:** ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন অ্যাসিডের সহিত স্ফটিকাকার ও জলে দ্রবণীয় লবণ গঠন করে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে প্ল্যাটিনিক ক্লোরাইডের সহিত গঠিত যুগ্ম-লবণ হলুদ এবং জলে অদ্রবণীয়।



$$(CH_3)_3N + HCl \longrightarrow (CH_3)_3\overset{+}{N}HCl^-$$

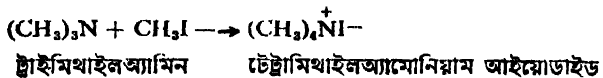
ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড



$$2(CH_3)_3N + PtCl_4 + 2HCl \rightarrow [(CH_3)_3N.HCl)]_2PtCl_4$$

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ক্লোরোপ্ল্যাটিনেট

(২) **অ্যালকিল আইয়োডাইডের সহিত:** ইথার দ্রবণে ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন এবং মিথাইল আইয়োডাইড সামান্য গরম করিলে টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় (প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিনের সহিত পার্থক্য)। ইহা বর্ণহীন, স্ফটিকাকার এবং জলে দ্রবণীয়।

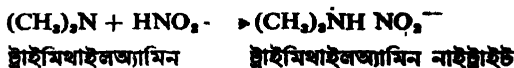


$$(CH_3)_3N + CH_3I \longrightarrow (CH_3)_4\overset{+}{N}I^-$$

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড

(৩) **নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত:** টারশিয়ারী অ্যামিন নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত নাইট্রাইট লবণ গঠন করে। প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিনের মত বিয়োজন

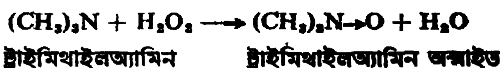
কিংবা নাইট্রোসো-যৌগ গঠন সম্ভব নয় কারণ নাইট্রোজেনের সহিত কোন হাইড্রোজেন সংযুক্ত নাই। তিন শ্রেণীর অ্যামিন চিহ্নিত করিবার ইহা অন্যতম উপায়।



$$(CH_3)_3N + HNO_2 \longrightarrow (CH_3)_3\dot{N}H\ NO_2^-$$

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন নাইট্রাইট

(৪) জারণ: হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের প্রশম জলীয় দ্রবণ ট্রাইমিথাইলঅ্যামিনকে অ্যামিন অক্সাইডে জারিত করে। ইহা জলে দ্রবণীয়, ইথারে অদ্রবণীয় কঠিনাকার পদার্থ (গলনাংক 208°). অকটোপাসের মাংসপেশীতে ইহা আছে।



$$(CH_3)_3N + H_2O_2 \longrightarrow (CH_3)_3N{\rightarrow}O + H_2O$$

ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন অক্সাইড

নাইট্রোজেনের সহিত প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন যুক্ত নাই বলিয়া অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের সহিত ট্রাইমিথাইলঅ্যামিনের কোন বিক্রিয়া ঘটে না। প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিনের সহিত টারশিয়ারী অ্যামিনের এই পার্থক্য লক্ষণীয়।

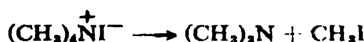
ব্যবহার: ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন হইতে কোলিন ক্লোরাইড (পশু খাদ্যে ব্যবহৃত) এবং মিথাইল ক্লোরাইড উৎপাদন করা হয়।

ট্রাই-ইথাইলঅ্যামিন, $(C_2H_5)_3N$, অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া ও ইথাইল আইয়োডাইড হইতে তৈয়ার করা চলে। ইহার আকৃতি তৈলের মত (স্ফুটনাংক 89°; আঃ গুঃ 0.728), বিক্রিয়া ট্রাইমিথাইলঅ্যামিনের অনুরূপ। কীটনাশক দ্রব্যে কীট আকৃষ্ট করিতে ইহা মিশানো হয়। গ্যাস পাইপে ছিদ্র অন্বেষণে ইহা কার্যকর।

অ্যালকিল অ্যামিনের বৈশিষ্ট্য

বিকারক	প্রাইমারী অ্যামিন	সেকেণ্ডারী অ্যামিন	টারশিয়ারী অ্যামি
ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ	দুর্গন্ধযুক্ত কার্বাইল-অ্যামিন উৎপাদন করে	অবিকৃত থাকে	অবিকৃত থাকে
নাইট্রাস অ্যাসিড	নাইট্রোজেন নির্গত ও অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়	নাইট্রোসোঅ্যামিন (হলুদ, তৈলের মত তরল) উৎপন্ন হয়	বর্ণহীন, জলে দ্রবণীয় নাইট্রাইট লবণ গঠন করে
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড	অ্যালকিলঅ্যাসিট্যামাইড গঠন করে	ডাইঅ্যালকিলঅ্যাসিট্যামাইড গঠন করে	কোন বিক্রিয়া ঘটে না
মিথাইল আইয়োডাইড (সাধারণ তাপাংকে বা মৃদু উত্তাপে	অবিকৃত থাকে	অবিকৃত থাকে	টেট্রাঅ্যালকিল-অ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড গঠন করে

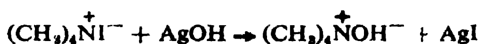
কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম যৌগ: অজৈব অ্যামোনিয়াম যৌগের চারটি নাইট্রোজেন-সংলগ্ন-হাইড্রোজেন-পরমাণু অ্যালকিল (অথবা অ্যারিল) গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে, কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম যৌগ পাওয়া যায়; যথা: টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড, $(CH_3)_4NI$, এবং টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড, $(CH_3)_4NOH$. অ্যালকোহল কিংবা ইথার দ্রবণে টারশিয়ারী অ্যামিনের সহিত অতিরিক্ত অ্যালকিল হ্যালাইড সামান্য গরম করিলে কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম হ্যালাইড মিলে। অত্যধিক অ্যালকিল হ্যালাইড ও অ্যালকোহলীয় গাঢ় অ্যামোনিয়া দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গরম করিলেও কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম যৌগ পাওয়া যায়। এই সকল লবণ বর্ণহীন, প্রশম, স্ফটিকাকার এবং জলে অতি দ্রবণীয়। প্রকৃতি ও বিক্রিয়ায় ইহারা অজৈব অ্যামোনিয়াম লবণের মত কিন্তু উত্তপ্ত জলীয় কস্টিক সোডায় অবিকৃত থাকে। প্রবল উত্তাপে টেট্রাঅ্যালকিলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড অনুরূপ ট্রাইঅ্যালকিলঅ্যামিন ও অ্যালকিল আইয়োডাইডে বিয়োজিত হয়।



$$(CH_3)_4\overset{+}{N}I^- \longrightarrow (CH_3)_3N + CH_3I$$

টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড — ট্রাইমিথাইল-অ্যামিন — মিথাইল আইয়োডাইড

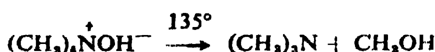
মিথাইল অ্যালকোহলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইড এবং টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড গরম করিলে টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়। ইহা স্ফটিকাকার, জলাকর্ষী ও জলে অতি দ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণ প্রায় কস্টিক সোডার মত তীব্র ক্ষার; ইহা বায়ু হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিশোষণ করে এবং অ্যামোনিয়াম লবণ হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস বিমুক্ত করে।



$$(CH_3)_4\overset{+}{N}I^- + AgOH \rightarrow (CH_3)_4\overset{+}{N}OH^- + AgI$$

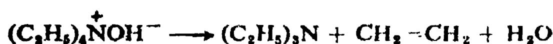
টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড — টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড

135° তাপাংকে টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন ও মিথাইল অ্যালকোহলে বিয়োজিত হয়। মনো- ও ডাই-মিথাইলঅ্যামিন হইতে সম্পূর্ণ মুক্ত, অতি বিশুদ্ধ ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন প্রস্তুত করিবার ইহা অন্যতম প্রণালী। অনুরূপ অন্য টেট্রাঅ্যালকিল যৌগ টারশিয়ারী অ্যামিন, অ্যালকিন ও জলে বিয়োজিত হয়।



$$(CH_3)_4\overset{+}{N}OH^- \xrightarrow{135^\circ} (CH_3)_3N + CH_3OH$$

টেট্রামিথাইলঅ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড — ট্রাইমিথাইল-অ্যামিন — মিথাইল অ্যালকোহল



$$(C_2H_5)_4\overset{+}{N}OH^- \longrightarrow (C_2H_5)_3N + CH_2{=}CH_2 + H_2O$$

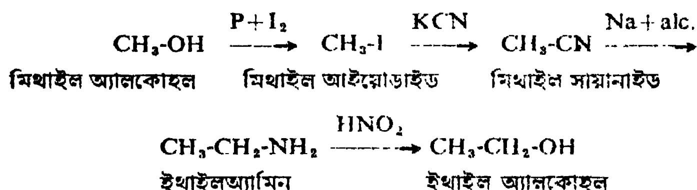
ব্যবহার: দীর্ঘ শৃংখলযুক্ত কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম যৌগ বস্ত্র শিল্পে কৃত্রিম পরিষ্কারকরূপে (synthetic detergents) এবং সূতী বস্ত্রের গুণগত উৎকর্ষ সাধনের (finishing) জন্য ব্যবহৃত হয়। ইহাদের কেহ কেহ কীটনাশক।

অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন

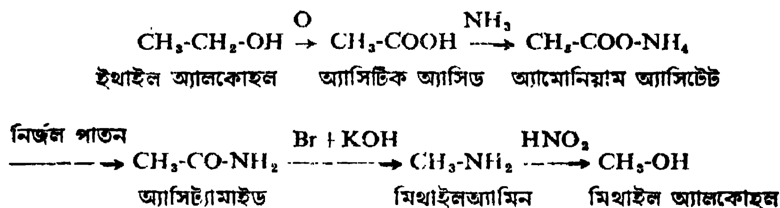
নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
মিথাইলঅ্যামিন	CH_3NH_2	-93	-6.5	0.662
ডাইমিথাইলঅ্যামিন	$(CH_3)_2NH$	-96	7	0.654
ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন	$(CH_3)_3N$	-177	3.5	0.632
ইথাইলঅ্যামিন	$C_2H_5NH_2$	-81	17	0.706
ডাই-ইথাইলঅ্যামিন	$(C_2H_5)_2NH$	-50	56	0.711
ট্রাই-ইথাইলঅ্যামিন	$(C_2H_5)_3N$	-115	89	0.728

সমগণীয় পর্যায়ে অধিরোহণ ও অবরোহণ : (ascent and descent in homologous series): সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত যৌগের কার্বন-শৃংখল দীর্ঘতর বা হ্রস্বতর করিয়া উর্ধতন বা অধস্তন যৌগ প্রস্তুত করা হয়; যথা: মিথাইল অ্যালকোহলকে ইথাইল অ্যালকোহলে এবং ইথাইল অ্যালকোহলকে মিথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করা। নিচে বর্ণিত ধাপগুলির দুইটি অ্যামিন গঠন- ও বিয়োজন-ঘটিত।

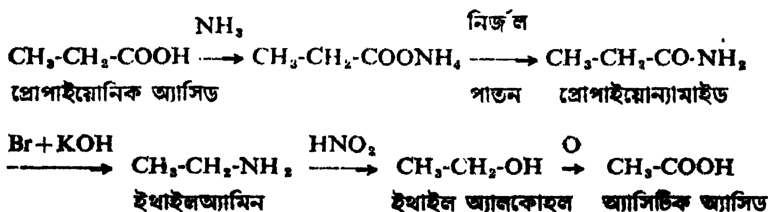
(i) **মিথাইল অ্যালকোহল হইতে ইথাইল অ্যালকোহল :**



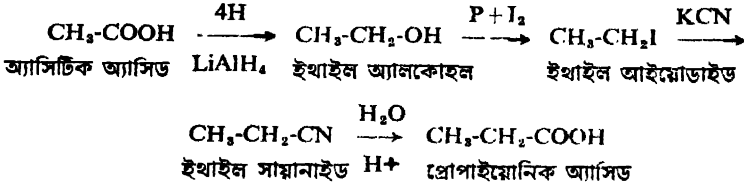
(ii) **ইথাইল অ্যালকোহল হইতে মিথাইল অ্যালকোহল :**



(iii) **প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হইতে অ্যাসিটিক অ্যাসিড :**

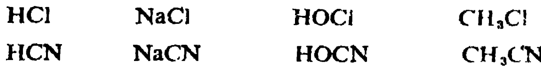


(iv) **অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড :**



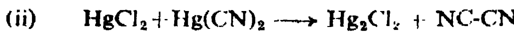
সায়ানোজেন যৌগ

সায়ানোজেন, NC-CN : লৌহ উৎপাদনে মারুত-চুল্লী (blast furnace) হইতে নির্গত গ্যাসে সামান্য সায়ানোজেন থাকে ; কোল-গ্যাসেও কিছু আছে। ইহার নামকরণ হইয়াছে প্রুশিয়ান নীলে সায়ানাইড গ্রুপের, -CN, উপস্থিতি হইতে (cyanogen, নীল-বস্তু-সৃজনকারী)। হ্যালোজেনের সহিত সায়ানোজেনের সাদৃশ্য লক্ষণীয় ; উভয়ের অণু দুইটি পরমাণু বা পরমাণু-জোট দ্বারা গঠিত এবং ইহারা অনুরূপ যৌগ গঠন করে। সায়ানোজেন ক্লোরাইড, CNCl, ব্রোমাইড, CNBr, এবং আইয়োডাইড, CNI, অতিশয় বিষাক্ত।

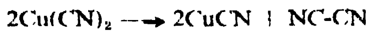


প্রস্তুত প্রণালী : (১) ধাতব সায়ানাইড হইতে : মারকিউরিক সায়ানাইড প্রবল উত্তাপে মারকারি ও সায়ানোজেনে বিয়োজিত হয়। মারকিউরিক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে এই বিয়োজন নিম্ন তাপাংকে ঘটে। কপার সালফেট ও পটাশিয়াম সায়ানাইডের গাঢ় জলীয় দ্রবণ গরম করিলে সহজে সায়ানোজেন পাওয়া যায়।

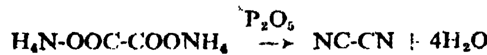








(২) অ্যামোনিয়াম অকজালেট হইতে : তীব্র নিরুদক অ্যামোনিয়াম অকজালেট হইতে জল বিচ্ছিন্ন করিয়া ইহাকে সায়ানোজেনে পরিণত করে। নির্জল অ্যামোনিয়াম অকজালেট ও ফসফরাস পেণ্টঅক্সাইড পাতন করিলে সায়ানোজেন গ্যাস নির্গত হয়।



ধর্ম : সায়ানোজেন বর্ণহীন, অতি বিষাক্ত গ্যাস, গন্ধ তিক্ত বাদামের মত ; ইহাকে সহজে তরল করা চলে (স্ফুটনাংক -20°)। সায়ানোজেন জলে মাঝামাঝি দ্রবণীয় ; জলীয় দ্রবণে সাধারণ তাপাংকে ধীরে ধীরে আর্দ্র-বিশ্লেষের, ফলে অ্যামোনিয়াম অকজালেট,

কার্বনেট প্রভৃতি গঠিত হয়। সায়ানোজেন বায়ুতে বেগুনী শিখায় জ্বলিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও নাইট্রোজেন উৎপাদন করে। কস্টিক পটাশের জলীয় দ্রবণে চালিত করিলে পটাশিয়াম সায়ানাইড ও সায়ানেট উৎপন্ন হয়; এই ভাবে গ্যাস মিশ্রণের সায়ানোজেন অপসারিত করা যায়।



$$2KOH + NC\text{-}CN \rightarrow KCN + KCNO + H_2O$$

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সায়ানোজেনকে প্রথমে অক্সামাইডে এবং পরে অ্যামোনিয়াম অকজালেটে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। সায়ানোজেন গ্রুপের কার্বক্সিল গ্রুপে সহজ রূপান্তর লক্ষ্যণীয়। জৈব যৌগে কার্বক্সিল গ্রুপ ঢুকাইবার ইহা অন্যতম উপায়।



$$\underset{\text{সায়ানোজেন}}{NC\text{-}CN} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{অক্সামাইড}}{H_2N\text{-}OC\text{-}CO\text{-}NH_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{অ্যামোনিয়াম অকজালেট}}{H_4N\text{-}OOC\text{-}COONH_4}$$

টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সায়ানোজেনকে ইথিলিনডাইঅ্যামিনে, $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$, বিজারিত করে। সায়ানোজেন অণুতে কার্বন পরমাণু দুইটি সরাসরি যুক্ত ইহা হইতে প্রতিপন্ন হয়। ইহার আণবিক গঠন, $N\equiv C-C\equiv N$; সায়ানোজেনের বাষ্প ঘনত্ব হইতে ইহার আণবিক সংকেত $(CN)_2$ পাওয়া গিয়াছে।

হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড, HCN: গ্রীষ্মমণ্ডলের কোন কোন গুল্মে এবং কোক-চুল্লীর গ্যাসে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড মুক্ত অবস্থায়, এবং তিক্ত বাদামে অ্যামিগডালিন-রূপে পাওয়া যায়। ১৭৮২ খ্রীষ্টাব্দে শীলে প্রুশিয়ান নীল ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গরম করিয়া ইহা প্রথম তৈয়ার করেন। এই জন্য ইহার আদি নাম প্রুশিক অ্যাসিড। ইহা অতি উগ্র বিষ; তিনি না জানিয়া ইহার শুধু গন্ধ নয় স্বাদও গ্রহণ করিয়াছিলেন।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ধাতব সায়ানাইড হইতে:** পটাশিয়াম সায়ানাইড ও মাঝামাঝি গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড গরম করিলে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ফরমিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত, এবং ফরমিক অ্যাসিডকে অবশেষে কার্বন মনোঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে। এই প্রস্তুতি ধূমকক্ষে করণীয়। হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড, P_2O_5, দ্বারা নির্জল করা যায়।



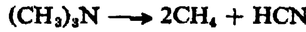
$$KCN + H_2SO_4 \longrightarrow HCN + KHSO_4$$

(২) **মিথেন হইতে:** শিল্পে প্রাকৃতিক গ্যাসের মিথেন, অ্যামোনিয়া ও বায়ু 1000°-1200° তাপাংকে প্ল্যাটিনাম অনুঘটকের উপর দিয়া পলকের জন্য (10^{-8} সেকেণ্ড) প্রবাহিত করিয়া হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।



$$2CH_4 + 2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HCN + 6H_2O$$

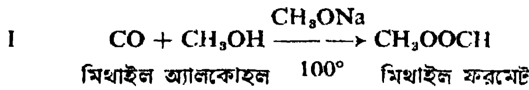
(৩) **ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন হইতে:** বীট-চিনির কারখানার বর্জিত চিটাগুড়ে ট্রাইমিথাইল-অ্যামিন আছে; 1000° তাপাংকে ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন তাপ-সহ মাটির নলের ভিতর দিয়া চালিত করিয়াও শিল্পে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



$$(CH_3)_3N \longrightarrow 2CH_4 + HCN$$

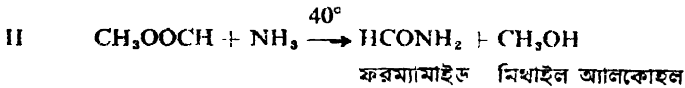
ট্রাইমিথাইলঅ্যামিন মিথেন হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড

(৪) **ফরম্যামাইড হইতে:** সোডিয়াম মিথোক্সাইডের উপস্থিতিতে 100° তাপাংকে চাপ-পিষ্ট মিথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন মনোঅক্সাইড উত্তপ্ত করিলে মিথাইল ফরমেট পাওয়া যায়। 40° তাপাংকে ও চাপে অ্যামোনিয়া ও মিথাইল ফরমেট ফরম্যামাইড ও মিথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত হয়। এই অ্যালকোহল পুনরায় মিথাইল ফরমেট উৎপাদনে নিয়োজিত হয়। 300°-400°-তে অ্যালুমিনা ফরম্যামাইডকে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডে নিরুদিত করে।



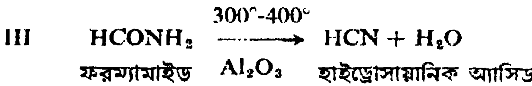
$$\text{I} \qquad CO + CH_3OH \xrightarrow[100^\circ]{CH_3ONa} CH_3OOCH$$

মিথাইল অ্যালকোহল মিথাইল ফরমেট



$$\text{II} \qquad CH_3OOCH + NH_3 \xrightarrow{40^\circ} HCONH_2 + CH_3OH$$

ফরম্যামাইড মিথাইল অ্যালকোহল

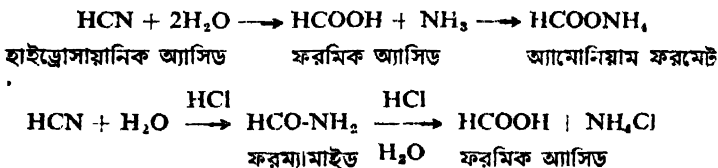


$$\text{III} \qquad HCONH_2 \xrightarrow[Al_2O_3]{300^\circ\text{-}400^\circ} HCN + H_2O$$

ফরম্যামাইড হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড

ধর্ম: হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড অতি উদ্বায়ী, বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 26°), গন্ধ তিক্ত বাদাম চূর্ণের মত; বেগুনী শিখায় বায়ুতে জ্বলিয়া কার্বন ডাইঅক্সাইড, নাইট্রোজেন ও জলে পরিণত হয়। জল ও অ্যালকোহলে ইহা অতি দ্রবণীয়। হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড অতিশয় মারাত্মক বিষ; 50-60 mg প্রাণনাশের পক্ষে যথেষ্ট। ইহার ক্রিয়া এত দ্রুত যে প্রতিষেধক প্রয়োগের অবকাশ মিলে না। ইহা অত্যন্ত মৃদু অম্ল, কার্বনিক অ্যাসিড অপেক্ষাও মৃদুতর ($K_a = 7.20 \times 10^{-10}$), আর্দ্র বায়ুর কার্বন ডাইঅক্সাইড ধাতব সায়ানাইডকে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে। একই কারণে পটাশিয়াম বা সোডিয়াম সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়।

বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ ধীরে ধীরে আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যামোনিয়াম ফরমেটে রূপান্তরিত হয়। ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক (বা সালফিউরিক) অ্যাসিড এই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা হইতে ফরমিক অ্যাসিড পাওয়া যায় বলিয়া ইহার অপর নাম ফরমোনাইট্রাইল।



$$HCN + 2H_2O \longrightarrow HCOOH + NH_3 \longrightarrow HCOONH_4$$

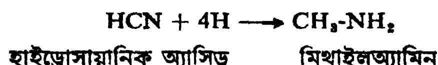
হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড ফরমিক অ্যাসিড অ্যামোনিয়াম ফরমেট

$$HCN + H_2O \xrightarrow{HCl} HCO\text{-}NH_2 \xrightarrow[H_2O]{HCl} HCOOH + NH_4Cl$$

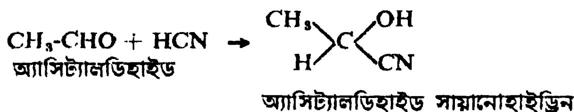
ফরম্যামাইড ফরমিক অ্যাসিড

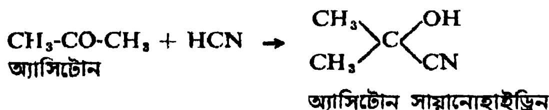
(২) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অথবা সোডিয়াম ও অ্যালকোহল হইতে) হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডকে মিথাইলঅ্যামিনে বিজারিত

করে। শিল্পে HCN ও হাইড্রোজেন 200°-300° তাপাংকে ধাতব সায়ানাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া মিথাইলঅ্যামিন তৈয়ার হয়।

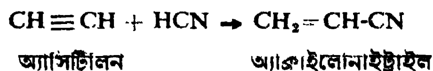


(৩) **অ্যালডিহাইড ও কিটোনের সহিত:** অধিকাংশ অ্যালডিহাইড ও কিটোন হাইড্রো-সায়ানিক অ্যাসিডের সহিত সংযোজিত হইয়া বিনা উত্তাপে সায়ানোহাইড্রিন গঠন করে। আর্দ্র-বিশ্লেষে সায়ানোহাইড্রিন হাইড্রক্সি-কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে, $R\text{-}CH(OH)COOH$, বা $R_2\text{-}C(OH)COOH$, রূপান্তরিত হয়।





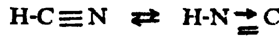
(৪) **অ্যাসিটিলিনের সহিত:** অ্যাসিটিলিন ও বাষ্পীয় হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড ধাতব সায়ানাইড অনুঘটকের উপর দিয়া 400°-তে প্রবাহিত করিয়া কারখানায় অ্যাক্রা-ইলোনাইট্রাইল তৈয়ার হয়। ইহা হইতে বিবিধ কৃত্রিম প্লাস্টিক ও রবার উৎপন্ন হয়। কিউপ্রাস ক্লোরাইডের জলীয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্রবণে 70° তাপাংকে এই বিক্রিয়া ঘটে।



ব্যবহার: হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড প্রধানতঃ প্লাস্টিক শিল্পের জন্য অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইলে এবং নাইলনের জন্য অ্যাডিপোনাইট্রাইলে রূপান্তরিত হয়। ল্যাকটিক অ্যাসিড, সোডিয়াম সায়ানাইড ও ঔষধ তৈয়ার করিতে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড প্রয়োজন হয়। ইহা কীট-নাশক।

আণবিক গঠন: (i) হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত HCN. (ii) ইহা দুই আকারে ব্যক্ত করা যায়: (a) $H\text{-}C \equiv N$ এবং (b) $H\text{-}N \rightleftharpoons C$. অ্যামোনিয়াম ফরমেট, $HCOONH_4$, নিরুদন করিলে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড পাওয়া যায়; হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড আর্দ্র-বিশ্লেষে ফরমিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। অতএব কার্বন ও হাইড্রোজেন সরাসরি যুক্ত। কিন্তু হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড হইতে সমাবয়বী অ্যালকিল সায়ানাইড, $R\text{-}C \equiv N$, এবং অ্যালকিল আইসোসায়ানাইড, $R\text{-}N \rightleftharpoons C$, দুইই মিলে। সুতরাং ইহা (a) এবং (b) -এর মিশ্রণ অর্থাৎ টটোমারিক (tautomeric) যৌগ।

রামন বর্ণালী (spectrum) হইতে উভয় গঠনের সমর্থন মিলে কিন্তু বস্তুতঃ (a) গঠনের প্রাধান্যই বেশী (99.5%).

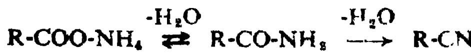


$$H\text{-}C\equiv N \rightleftharpoons H\text{-}N \rightleftarrows C$$

হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড আইসোহাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড

(a) (b)

নাইট্রাইল: হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের এস্টারকে নাইট্রাইল বলে। ইহাদের সাধারণ আণবিক সংকেত R-CN. আর্দ্র-বিশ্লেষে পাওয়া অ্যাসিডের নাম অনুসারে ইহাদের নামকরণ হয়; যথা মিথাইল সায়ানাইডকে, CH_3-CN, অ্যাসিটোনাইট্রাইল, ইথাইল সায়ানাইডকে, CH_3-CH_2-CN, প্রোপাইয়োনোনাইট্রাইল বলা হয়। IUPAC পদ্ধতিতে ইহারা যথাক্রমে ইথেননাইট্রাইল ও প্রোপেননাইট্রাইল। মিথাইল সায়ানাইড, CH_3-CN, হাড় হইতে নিষ্কাশিত তৈলে আছে। কার্বক্সিলিক অ্যাসিডের অ্যামোনিয়াম লবণ নিরুদন করিলে দ্বিতীয় ধাপে অ্যালকিল সায়ানাইড পাওয়া যায়।



$$R\text{-}COO\text{-}NH_4 \overset{-H_2O}{\rightleftharpoons} R\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{-H_2O} R\text{-}CN$$

অ্যামোনিয়াম লবণ অ্যাসিট্যামাইড অ্যালকিল সায়ানাইড

মিথাইল সায়ানাইডের প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যাসিট্যামাইড হইতে:** নির্জল অ্যাসিট্যামাইড (30 g) এবং ফসফরাস পেন্টক্সাইড (45 g) ধীরে ধীরে পাতন করিয়া পরীক্ষাগারে মিথাইল সায়ানাইড তৈয়ার হয়। ইহাতে কিছু অ্যাসিটিক অ্যাসিড থাকে। এই বিক্রিয়া নিরুদন-ঘটিত; এক অণু অ্যাসিট্যামাইড হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন হয়। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ দ্বারা ধুইলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড অপসারিত হয়। ফসফরাস পেন্টক্সাইডসহ পুনরায় পাতন করিলে বিশুদ্ধ মিথাইল সায়ানাইড পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 + P_2O_5 \longrightarrow CH_3\text{-}CN + 2HPO_3$$

অ্যাসিট্যামাইড মিথাইল সায়ানাইড

কারখানায় বাষ্পীয় অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস 500°-তে অ্যালুমিনার উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া মিথাইল সায়ানাইড তৈয়ার হয়; বিক্রিয়া তিন ধাপে ঘটে।

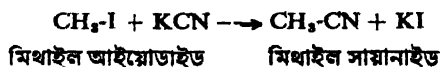


$$CH_3\text{-}COOH + NH_3 \rightarrow CH_3\text{-}COONH_4 \xrightarrow{-H_2O} CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{-H_2O} CH_3\text{-}CN$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিট্যামাইড মিথাইল সায়ানাইড

(২) **মিথাইল আইয়োডাইড হইতে:** মিথাইল আইয়োডাইডের মিথাইল অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ও পটাশিয়াম সায়ানাইডের জলীয় দ্রবণ খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে কয়েক ঘণ্টা ফুটাইলে মিথাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। উৎপাদনের পরিমাণ যথেষ্ট। সঙ্গে কিছু মিথাইল আইসোসায়ানাইড থাকে। লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ইহা অপসারিত হয়। আংশিক পাতন দ্বারাও ইহাদিগকে পৃথক করা

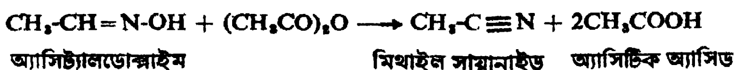
চলে। ইথাইল অ্যালকোহলের স্ফুটনাংক (78°) মিথাইল সায়ানাইডের স্ফুটনাংকের (82°) কাছাকাছি ; তাই মিথাইল অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়।



$$CH_3\text{-}I + KCN \longrightarrow CH_3\text{-}CN + KI$$

মিথাইল আইয়োডাইড মিথাইল সায়ানাইড

(৩) অ্যালডোক্সাইম হইতে : অ্যাসিট্যালডোক্সাইম এবং অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড খাড়া–কনডেনসারসহ ফুটাইলে মিথাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়। এক অণু হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন হয়। অ্যালডোক্সাইম সহজলভ্য নয় ; এই পদ্ধতি কেতাবী।

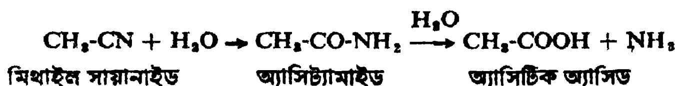


$$CH_3\text{-}CH{=}N\text{-}OH + (CH_3CO)_2O \longrightarrow CH_3\text{-}C{\equiv}N + 2CH_3COOH$$

অ্যাসিট্যালডোক্সাইম মিথাইল সায়ানাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

ধর্ম : মিথাইল সায়ানাইড বর্ণহীন, উদ্বায়ী, প্রশম তরল (স্ফুটনাংক 82°; আঃ গুঃ 0.78) ; গন্ধ ইথারের মত। ইহা বিষাক্ত কিন্তু হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের মত তীব্র বিষ নয়। ইহা জলে ও সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়।

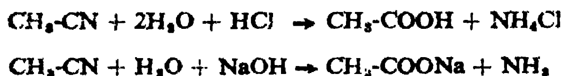
বিক্রিয়া : (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ :** আর্দ্র-বিশ্লেষে এস্টার মূল অ্যালকোহল ও অ্যাসিডে বিয়োজিত হয় কিন্তু মিথাইল সায়ানাইড ইহার ব্যতিক্রম। দৃঢ় কার্বন-কার্বন বন্ধন আর্দ্র-বিশ্লেষে অটুট থাকে। প্রথম ধাপে জল সংযোজিত হইয়া অ্যাসিট্যামাইড উৎপন্ন হয় ; শেষ ধাপে অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়। খাড়া–কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে মিথাইল সায়ানাইড ও 50% সালফিউরিক অ্যাসিড (অথবা 40% কস্টিক সোডা দ্রবণ) দুই ঘণ্টা ফুটাইলে এই বিয়োজন ঘটে।



$$CH_3\text{-}CN + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}COOH + NH_3$$

মিথাইল সায়ানাইড অ্যাসিট্যামাইড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

অম্লিক ও ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষের সমীকরণ :

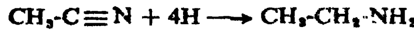


$$CH_3\text{-}CN + 2H_2O + HCl \rightarrow CH_3\text{-}COOH + NH_4Cl$$

$$CH_3\text{-}CN + H_2O + NaOH \rightarrow CH_3\text{-}COONa + NH_3$$

এই বিক্রিয়া মাঝ পথে থামানো শক্ত ; অ্যালকিল সায়ানাইড শীতল সালফিউরিক অ্যাসিডে মিশাইয়া প্রচুর জলে ঢালিলে অ্যামাইড পাওয়া যায়। অ্যালকিল সায়ানাইডের, R-CN, আর্দ্র-বিশ্লেষে উৎপন্ন অ্যাসিডে, R-COOH, অ্যালকিল কার্বন ও সায়ানাইড গ্রুপের কার্বন সরাসরি যুক্ত। কাজেই অ্যালকিল সায়ানাইডের আণবিক গঠন, $R\text{-}C{\equiv}N$.

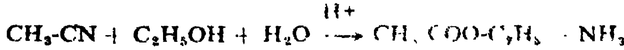
(২) **বিজারণ :** জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড অথবা সোডিয়াম ও অ্যালকোহল হইতে) মিথাইল সায়ানাইডকে ইথাইলঅ্যামিনে বিজারিত করে। সাধারণ তাপাংকে এই বিক্রিয়া মন্থর, উত্তাপে দ্রুত। র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন গ্যাসের বিক্রিয়াও অনুরূপ।



$$CH_3\text{-}C\equiv N + 4H \longrightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$$

মিথাইল সায়ানাইড ইথাইলঅ্যামিন

(৩) **এস্টার গঠন :** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে মিথাইল সায়ানাইড, অতিরিক্ত ইথাইল অ্যালকোহল, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এবং সামান্য জল ফুটাইলে আর্দ্র-বিশ্লেষ ও এস্টার গঠন এক সঙ্গে চলে। ইথাইল অ্যাসিটেট ও অ্যামোনিয়া পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CN + C_2H_5OH + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3COO\text{-}C_2H_5 + NH_3$$

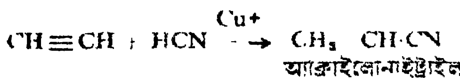
মিথাইল সায়ানাইড ইথাইল অ্যালকোহল ইথাইল অ্যাসিটেট

ব্যবহার : মিথাইল সায়ানাইডের প্রধান প্রয়োগ জৈব সংশ্লেষণে; সীমিত ব্যবহার দ্রাবকরূপে।

আণবিক গঠন : (i) মিথাইল সায়ানাইডের আণবিক সংকেত C_2H_3N. (ii) মিথাইল আইয়োডাইড ও পটাশিয়াম সায়ানাইড হইতে ইহার উৎপত্তি, সুতরাং ইহাতে একটি মিথাইল গ্রুপ আছে। (iii) বিজারণে ইথাইলঅ্যামিন এবং আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাসিটিক অ্যাসিড মিলে ; অতএব কার্বন পরমাণু দুইটি সরাসরি যুক্ত। (iv) কার্বন, নাইট্রোজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় এবং এই সকল তথ্যের সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ ইহার আণবিক গঠন : $CH_3\text{-}C\equiv N$.

অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল শিল্পে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ নাইট্রাইল ; কৃত্রিম আঁশ অর্লন ও অ্যাক্রিলন ইহা হইতে তৈয়ার হয়। বিউটাডাইয়িনের, $CH_2=CH\text{-}CH=CH_2$, সহিত যুগ্ম-পলিমার (কৃত্রিম রবার) উৎপাদনেও ইহা আবশ্যক। ইহার শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি দুইটি :

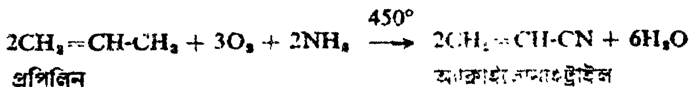
(i) **অ্যাসিটিলিন হইতে :** হাইড্রোজেন সায়ানাইড ও অতিরিক্ত অ্যাসিটিলিন কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে 80°-তে চালিত করিলে অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল উৎপন্ন হয়। পাতনে বিশুদ্ধ নাইট্রাইল পাওয়া যায়। দ্রবণের pH 1-3 (অর্থাৎ আম্লিক) থাকা চাই।



$$CH\equiv CH + HCN \xrightarrow{Cu^+} CH_2=CH\text{-}CN$$

অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল

(ii) **প্রপিলিন হইতে :** তিন গুণ বায়ু চাপে অনধিক 500°-তে প্রপিলিন, অ্যামোনিয়া ও বায়ু অনুঘটকের (সিলিকা জেলের উপর স্থাপিত বিসমাথ ফসফোমলিবডেট) উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল উৎপন্ন হয়।



$$2CH_2=CH\text{-}CH_3 + 3O_2 + 2NH_3 \xrightarrow{450^\circ} 2CH_2=CH\text{-}CN + 6H_2O$$

প্রপিলিন অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল

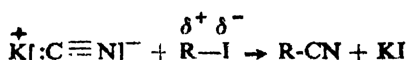
আইসোসায়ানাইড বা আইসোনাইট্রাইল : ইহারা অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহল, R-OH, এবং আইসোহাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডের এস্টার ; অপর নাম কার্বাইল-

অ্যামিন। অ্যালকিল সায়ানাইড ও অ্যালকিল আইসোসায়ানাইড সমাবয়বী; ইহাদের গঠন ও গুণগত পার্থক্য সুস্পষ্ট। সায়ানাইডে অ্যালকিল গ্রুপের সহিত -C≡N গ্রুপ যুক্ত থাকে কিন্তু আইসোসায়ানাইডে সংযুক্ত থাকে -N⇄C গ্রুপ। মিথাইল আইসো-সায়ানাইড, CH_3-NC, সরলতম গঠনের দৃষ্টান্ত।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **মিথাইল আইয়োডাইড হইতে:** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে অ্যালকোহলীয় মিথাইল আইয়োডাইড ও নির্জল সিলভার সায়ানাইড ফুটাইলে মিথাইল আইসোসায়ানাইড পাওয়া যায়। সঙ্গে সামান্য মিথাইল সায়ানাইডও উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা চলে। জলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড এই অবস্থায় প্রধানতঃ মিথাইল সায়ানাইড গঠন করে। দ্রবণে $\overset{+}{K}CN^-$ আয়নিক বিক্রিয়ায় মিথাইল সায়ানাইড উৎপাদন করে কিন্তু অদ্রবণীয় কোভ্যালেন্ট Ag-C≡N: কঠিন আকারে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে, আয়নরূপে নয়।



$$\text{Ag-C}\equiv\text{N: + R-I} \rightarrow [\text{Ag-C}\equiv\overset{+}{\text{N}}\text{-RI}]^- \rightarrow \text{R-N} \rightleftarrows \text{C: + AgI}$$



$$\overset{+}{\text{K}}[:\text{C}\equiv\text{N}]^- + \overset{\delta^+}{\text{R}}\text{—}\overset{\delta^-}{\text{I}} \rightarrow \text{R-CN + KI}$$

নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনযুক্ত কার্বন অনুরূপ নাইট্রোজেন অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয় বলিয়া কার্বো-নিয়াম আয়ন, R^+, -এর সঙ্গে সায়ানাইড গ্রুপের কার্বন যুক্ত হয়।

(২) **মিথাইলঅ্যামিন হইতে:** মিথাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড, ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ সামান্য গরম করিলে, মিথাইল আইসোসায়ানাইড বা কার্বাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। ইহা মিথাইল সায়ানাইড হইতে সম্পূর্ণ মুক্ত।



$$CH_3\text{-}NH_2 + CHCl_3 + 3KOH(alc.) \rightarrow CH_3\text{-}NC + 3KCl + 3H_2O$$

মিথাইলঅ্যামিন ক্লোরোফরম মিথাইল আইসোসায়ানাইড

ধর্ম: মিথাইল আইসোসায়ানাইড বর্ণহীন, সহজ-প্রবাহী তরল (স্ফুটনাংক 60°); জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু ইথার ও অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয়। ইহার দুর্গন্ধ অসহনীয়। মিথাইল সায়ানাইড অপেক্ষা ইহা উগ্রতর বিষ। সমাবয়বী সায়া-নাইডের তুলনায় আইসোসায়ানাইডের স্ফুটনাংক নিম্নতর এবং সক্রিয়তা অধিকতর।

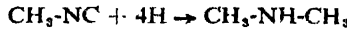
বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** উত্তপ্ত, লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড মিথাইল আইসো-সায়ানাইডকে দ্রুত মিথাইলঅ্যামিন ও ফরমিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে; কিন্তু মিথাইল সায়ানাইডকে ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও অ্যামোনিয়ায় পরিণত করে। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডায় মিথাইল আইসোসায়ানাইড অবিকৃত থাকে কিন্তু মিথাইল সায়ানাইড সোডিয়াম অ্যাসিটেটে রূপান্তরিত হয়।



$$CH_3\text{-}NC + 2H_2O \longrightarrow CH_3\text{-}NH_2 + HCOOH$$

মিথাইল আইসোসায়ানাইড মিথাইলঅ্যামিন ফরমিক অ্যাসিড

(২) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম ও অ্যালকোহল হইতে) অথবা র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন মিথাইল আইসোসায়ানাইডকে ডাইমিথাইলঅ্যামিনে বিজারিত করে। এই পরিবেশে মিথাইল সায়ানাইড ইথাইলঅ্যামিনে বিজারিত হয়। প্রথমটি সেকেণ্ডারী কিন্তু দ্বিতীয়টি প্রাইমারী অ্যামিন।



$$CH_3\text{-}NC + 4H \rightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3$$

মিথাইল আইসোসায়ানাইড ডাইমিথাইলঅ্যামিন

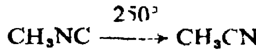
(৩) **জারণ:** মৃদু জারক (যথা মারকিউরিক অক্সাইড) উত্তপ্ত অবস্থায় মিথাইল আইসোসায়ানাইডকে আইসোসায়ানেটে জারিত করে। কিন্তু মিথাইল সায়ানাইডকে জারিত করা কঠিন।



$$CH_3\text{-}NC + HgO \longrightarrow CH_3\text{-}NCO + Hg$$

মিথাইল আইসোসায়ানাইড মিথাইল আইসোসায়ানেট

(৪) **উত্তাপের প্রভাব:** 250° তাপাংকে মিথাইল আইসোসায়ানাইড অধিকতর স্থিতিশীল মিথাইল সায়ানাইডে প্রায় পুরাপুরি রূপান্তরিত হয়।

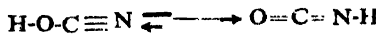


$$CH_3NC \xrightarrow{250^\circ} CH_3CN$$

মিথাইল আইসোসায়ানাইড মিথাইল সায়ানাইড

আণবিক গঠন: (i) মিথাইল আইসোসায়ানাইডের আণবিক সংকেত C_2H_3N; ইহা মিথাইল সায়ানাইডের সমাবয়বী। (ii) মিথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার সায়ানাইড হইতে ইহার উৎপত্তি; কাজেই ইহাতে একটি মিথাইল গ্রুপ আছে। (iii) আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা মিথাইলঅ্যামিনে, CH_3NH_2, এবং বিজারণে ডাই-মিথাইলঅ্যামিনে, $CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3$, পরিণত হয়। অতএব নাইট্রোজেন উভয় কার্বন পরমাণুর সহিত সরাসরি যুক্ত। এই সকল তথ্যের সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ ইহার আণবিক গঠন: $CH_3\text{-}\overset{+}{N}\equiv\overset{-}{C}$ অথবা $CH_3\text{-}N \rightleftarrows C$

সায়ানিক অ্যাসিড, HOCN, এবং আইসোসায়ানিক অ্যাসিড, OCNH, টটো-মারিক যৌগ; ইহারা উভয়েই কম বেশী অস্থিতিশীল। রামন বর্ণালী হইতে মনে হয় সাম্যাবস্থায় মিশ্রণের অধিকাংশ আইসোসায়ানিক অ্যাসিড।



$$H\text{-}O\text{-}C\equiv N \rightleftarrows O{=}C{=}N\text{-}H$$

সায়ানিক অ্যাসিড আইসোসায়ানিক অ্যাসিড

সায়ানিক অ্যাসিডের ধাতব লবণ সুপরিচিত; ইহারা স্থিতিশীল। ভোলার অ্যামো-নিয়াম সায়ানেট হইতে ইউরিয়া প্রস্তুত করিয়াছিলেন। কিন্তু ইহার এস্টার কার্যতঃ অজ্ঞাত; সম্প্রতি পরোক্ষ উপায়ে ইথাইল সায়ানেট, $C_2H_5\text{-}O\text{-}C\equiv N$, তৈয়ার করা সম্ভব হইয়াছে। ইউরিয়াকে ইহার গলনাংকের উচ্চতর তাপাংকে উত্তপ্ত করিয়া আইসোসায়ানিক অ্যাসিড পাওয়া যায় বটে কিন্তু সাধারণ তাপাংকে সঙ্গে সঙ্গে ইহা ট্রাইমার সায়ানোইউরিক অ্যাসিড (প্রায় 70%) এবং সায়ামেলাইডে (প্রায়

30%) পরিণত হয়। সায়ানোইউরিক অ্যাসিড উচ্চ তাপাংকে পুনরায় আইসো-সায়ানিক অ্যাসিডে (0° তাপাংকে ইহা বর্ণহীন তরল) রূপান্তরিত হয়।

$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 \longrightarrow H\text{-}N{=}C{=}O + NH_3$$

ইউরিয়া আইসোসায়ানিক অ্যাসিড

$$3H\text{-}N{=}C{=}O \rightarrow \text{(cyclic trimer: NH, O=C, C=O, HN, NH, C=O)} \qquad \left[\text{—NH—}\overset{O}{\overset{\|}{C}}\text{—}\right]_x$$

আইসোসায়ানিক অ্যাসিড সায়ানোইউরিক অ্যাসিড সায়ামেলাইড

জলের সংস্পর্শে আইসোসায়ানিক অ্যাসিড দ্রুত কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অ্যামোনিয়ায় বিয়োজিত হয়।

$$H\text{-}N{=}C{=}O + H_2O \rightarrow \left[O{=}C\begin{matrix}NH_2\\OH\end{matrix}\right] \rightarrow CO_2 + NH_3$$

আইসোসায়ানিক অ্যাসিড কার্ব্যামিক অ্যাসিড

অ্যালকিল আইসোসায়ানেট অর্থাৎ আইসোসায়ানিক অ্যাসিডের এস্টার যথেষ্ট স্থিতিশীল এবং পরিচিত। সিলভার অথবা পটাশিয়াম সায়ানেট এবং অ্যালকিল আইয়োডাইড উত্তপ্ত করিলে অ্যালকিল আইসোসায়ানেট উৎপন্ন হয়। অ্যালকিল আইসোসায়ানাইডকে মারকিউরিক অক্সাইড দ্বারা জারিত করিলেও ইহা পাওয়া যায়।

$$C_2H_5I + AgNCO \longrightarrow C_2H_5\text{-}N{=}C{=}O + AgI$$

সিলভার সায়ানেট ইথাইল আইসোসায়ানেট

অ্যামাইড হইতে অ্যামিন প্রস্তুতি কালে (হফ্‌ম্যান প্রক্রিয়ায়) অ্যালকিল আইসোসায়ানেট অন্তর্বর্তী যৌগ। অ্যালকিল আইসোসায়ানেটমাত্রই উদ্বায়ী তরল, ইহাদের গন্ধ শ্বাস-রোধকারী; পাতনে ইহারা বিয়োজিত হয় না। ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষে প্রাইমারী অ্যামিন ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়, অ্যালকোহল ও অ্যাসিডে নয়।

$$C_2H_5\text{-}N{=}C{=}O + H_2O \xrightarrow{OH^-} C_2H_5\text{-}NH_2 + CO_2$$

ইথাইল আইসোসায়ানেট ইথাইলঅ্যামিন

ইহাতে প্রতিপন্ন হয় যে অ্যালকিল গ্রুপ সরাসরি নাইট্রোজেনের সহিত যুক্ত। অ্যাল-কোহলের সহিত বিক্রিয়ায় ইহারা ইউরিথেন গঠন করে; ইহা স্ফটিকাকার, অতএব শনাক্তকরণে সহায়ক। গদি তৈয়ার করিতে আজ কাল ইউরিথেন ফোম (foam) রবারের বদলে ব্যবহৃত হয়।

$$C_2H_5OH + CH_3\text{-}N{=}C{=}O \rightarrow CH_3\text{-}NH\text{-}COOC_2H_5$$

ইথানল মিথাইল আইসোসায়ানেট মিথাইল ইউরিথেন

১। বিশুদ্ধ মিথাইলঅ্যামিন প্রস্তুত করিবার বিবরণ লিখ। কোন্ অবস্থায় ইহার সহিত (i) নাইট্রাস অ্যাসিড, (ii) অ্যাসিটিল ক্লোরাইড, (iii) মিথাইল আইয়োডাইড এবং (iv) ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশের কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। অ্যামিন কাহাকে বলে? কি ভাবে ইহাদের শ্রেণীবিভাগ করা হয়? প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিন চিহ্নিত করিবার উপায় কি?

৩। অ্যাসিট্যামাইড ও মিথাইলঅ্যামিনের প্রকৃতি ও বিক্রিয়ায় সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৪। মিথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার সায়ানাইড প্রবল উত্তাপে দুইটি বিভিন্ন যৌগ উৎপাদন করে। ইহাদের আণবিক গঠন কি ভাবে প্রতিপন্ন করিবে?

৫। মিথাইল সায়ানাইড প্রস্তুত করিবার দুইটি প্রণালী বর্ণনা কর। কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া কাহাকে বলে?

৬। কোন অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিনের বাষ্প ঘনত্ব 36. অতিরিক্ত মিথাইল আইয়োডাইডসহ উত্তপ্ত করিলে ইহা কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড গঠন করে যাহার $I = 55.5\%$. অ্যামিনের আণবিক গঠন কি হইতে পারে?

একাদশ অধ্যায়

হাইড্রক্সি- ও কিটোনিক অ্যাসিড

হাইড্রক্সি-অ্যাসিড: সরলতম আণবিক গঠনের হাইড্রক্সি-অ্যাসিড, গ্লাইকলিক অ্যাসিড, $HO\text{-}CH_2\text{-}COOH$, নবম অধ্যায়ে বর্ণিত হইয়াছে। ইহার পরবর্তী সদস্য হাইড্রক্সি-প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বা ল্যাকটিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH$, এখানে আলোচিত হইবে।

ল্যাকটিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH$, ১৭৮০ খ্রীষ্টাব্দে শীলে টক দুধ হইতে প্রথম প্রস্তুত করেন (*lac*, দুধ)। বায়ুমণ্ডলের জীবাণু দুধের শর্করা ল্যাকটোজকে সন্ধান প্রক্রিয়ায় ল্যাকটিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে। এই জীবাণু আমাদের পাকস্থলীতে এবং শশা জাতীয় ফলে আছে।

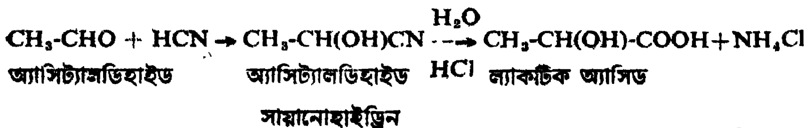
প্রস্তুত প্রণালী: (১) **α-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হইতে:** জলীয় পটাশিয়াম কার্বনেট দ্বারা α-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড (প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিয়া প্রস্তুত) প্রশমিত করিয়া খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে কয়েক ঘণ্টা ফুটাইলে ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ঘনীভূত দ্রবণ হইতে ইথার দ্বারা ল্যাকটিক অ্যাসিড নিষ্কাশন করা হয়। ফুটন্ত জল-গাহ হইতে ইথার অপসারিত করিলে সিরাপ আকারে ল্যাকটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহার কেলাসন দুঃসাধ্য।



$$CH_3\text{-}CHCl\text{-}COOK + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + KCl$$

পটাশিয়াম α-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনেট   ল্যাকটিক অ্যাসিড

(২) **অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে:** শিল্পে অ্যাসিট্যালডিহাইড (অ্যাসিটিলিন হইতে প্রস্তুত) ও হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিডকে প্রথম ধাপে সায়ানোহাইড্রিনে রূপান্তরিত ও পরে ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা তাহা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ল্যাকটিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। জৈব দ্রাবক দ্বারা জলীয় দ্রবণ হইতে নিষ্কাশন করিয়া নিম্ন চাপে পাতন দ্বারা ল্যাকটিক অ্যাসিড উদ্ধার করা হয়।



$$CH_3\text{-}CHO + HCN \rightarrow CH_3\text{-}CH(OH)CN \xrightarrow[HCl]{H_2O} CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + NH_4Cl$$

অ্যাসিট্যালডিহাইড   অ্যাসিট্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিন   ল্যাকটিক অ্যাসিড

(৩) **শর্করা জাতীয় পদার্থ হইতে:** সন্ধান প্রক্রিয়ায় চিটাগুড়, ভুট্টা, গোল আলু, ছানার জল (ইহাতে ল্যাকটোজ আছে) প্রভৃতিকে ল্যাকটিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা হয়। ভুট্টা বা আলুর শ্বেতসার আর্দ্র-বিশ্লেষ দ্বারা সরলতর গঠনের শর্করা, গ্লুকোজে, বিয়োজিত করিবার পর সন্ধান প্রক্রিয়া শুরু হয়। আম্লিক শর্করা দ্রবণে 40°-45° তাপাংকে

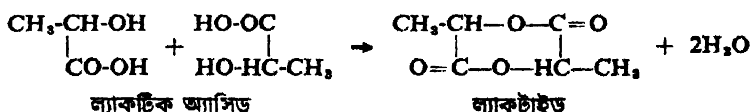
ল্যাকটিক অ্যাসিড জীবাণু (*Lactobacillus delbrükii* অথবা *bulgaricus*) মিশানোর পর এক সপ্তাহে বিক্রিয়া শেষ হয়। ল্যাকটিক অ্যাসিড প্রশমিত করিতে মাঝে মাঝে ক্যালশিয়াম কার্বনেট চূর্ণ যোগ করা হয়; অতিরিক্ত অ্যাসিডে জীবাণু নিষ্ক্রিয় হইয়া পড়ে। পক্ষান্তরে প্রশম দ্রবণে বিউটাইরিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অতএব দ্রবণ সর্বদা আম্লিক (pH 5·0-6·0) রাখা দরকার। জলে অদ্রবণীয় ক্যালশিয়াম ল্যাকটেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহাতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে ক্যালশিয়াম সালফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়; জলীয় দ্রবণে ল্যাকটিক অ্যাসিড থাকে। নিম্ন চাপে তরল পাতন করিলে বিশুদ্ধ ল্যাকটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%. এই সন্ধান প্রক্রিয়ায় কার্বন ডাইঅক্সাইড নির্গত হয় না।

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3\text{-}CO\text{-}CHO + 2H_2O \rightarrow 2CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$$

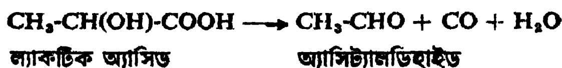
গ্লুকোজ মিথাইলগ্লাইঅকজাল ল্যাকটিক অ্যাসিড

ধর্ম: ল্যাকটিক অ্যাসিড জলাকর্ষী, আঠাল তরল (স্ফুটনাংক 122°/14 mm; গলনাংক 18°; আঃ গুঃ 1.249); জল, অ্যালকোহল ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। স্বাভাবিক বায়ু চাপে পাতন কালে ইহা বিয়োজিত হয়। অ্যাসিটিক অথবা প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড অপেক্ষা ইহা তীব্রতর অম্ল ($K_a = 13.8 \times 10^{-5}$).

বিক্রিয়া: (১) উত্তাপের প্রভাব: নিম্ন চাপে 140° তাপাংকে এক অণুর হাইড্রক্সিল গ্রুপ অপর অণুর কার্বক্সিল গ্রুপের সহিত (এবং বিপরীত ভাবে) এস্টার গঠন করে। দুই অণু অ্যাসিড হইতে দুই অণু জল বিচ্ছিন্ন হইয়া যুক্ত-শৃঙ্খল এস্টার বা ল্যাকটাইড উৎপন্ন হয়। সঙ্গে কিছু ল্যাকটিক অ্যানহাইড্রাইডও থাকে।

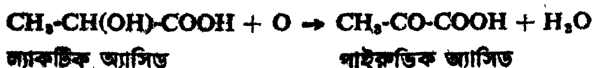


উচ্চতর তাপাংকে ল্যাকটিক অ্যাসিড অ্যাসিট্যালডিহাইড, কার্বন মনোঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত হয়।


$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH \longrightarrow CH_3\text{-}CHO + CO + H_2O$$

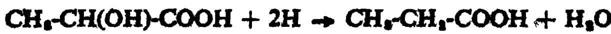
ল্যাকটিক অ্যাসিড অ্যাসিট্যালডিহাইড

(২) জারণ: লঘু হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড এবং সামান্য ফেরাস সালফেট ল্যাকটিক অ্যাসিডকে পাইরুভিক অ্যাসিডে জারিত করে। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ কিটো গ্রুপে পরিণত হয়। কিন্তু পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করে।


$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + O \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + H_2O$$

ল্যাকটিক অ্যাসিড পাইরুভিক অ্যাসিড

(৩) বিজারণ: উত্তপ্ত, গাঢ় হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ল্যাকটিক অ্যাসিডকে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।



$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + 2H \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

ল্যাকটিক অ্যাসিড প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড

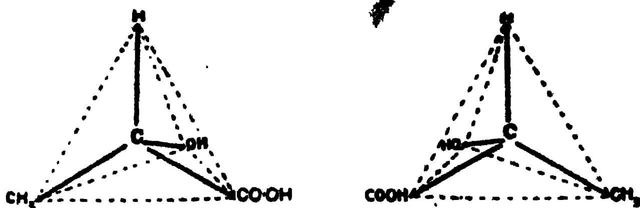
(৪) **হ্যালোফরম বিক্রিয়া:** আইয়োডিন ও জলীয় কস্টিক সোডাসহ গরম করিলে ল্যাকটিক অ্যাসিড আইয়োডোফরম গঠন করে। $CH_3\text{-}CH(OH)$- গ্রুপ-বিশিষ্ট যে কোন যৌগ এই ভাবে আইয়োডোফরমে রূপান্তরিত হয়।

ব্যবহার: ইথাইল ও বিউটাইল ল্যাকটেট সেলুলোজ অ্যাসিটেট ও নাইট্রেটের দ্রাবক। পাকা চামড়া হইতে কলিচুন অপসারণ করিতে ইহার প্রয়োজন। খাদ্য দ্রব্য ঈষৎ টক করিতে ল্যাকটিক অ্যাসিড মিশানো হয়। দেহে ক্যালশিয়ামের অভাব পূরণ করিতে এক কালে ক্যালশিয়াম ল্যাকটেট দেওয়া হইত। ইহা রক্ত ক্ষরণ বন্ধ করে। ফেরিক ল্যাকটেট বলবর্ধক ঔষধ (tonic).

আণবিক গঠন: (i) ল্যাকটিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত $C_3H_6O_3$. (ii) ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় দুই অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয় এবং ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিল ক্লোরাইড, $C_3H_4OCl_2$, উৎপন্ন হয়। অতএব ইহাতে দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে। (iii) ধাতব লবণ ও এস্টার গঠন হইতে কার্বক্সিল গ্রুপের উপস্থিতি জানা যায়। সোডিয়াম ল্যাকটেট এবং ধাতব সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন নির্গত হয়; সুতরাং একটি অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ ইহাতে আছে। ল্যাকটিক অ্যাসিড পাইরুভিক অ্যাসিডে (কিটোনিক) জারিত হয়; অতএব এই অ্যালকোহলীয় গ্রুপ সেকেণ্ডারী। (iv) কার্বন, অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের স্বাভাবিক যোজ্যতায় ও এই সকল তথ্যের সহিত সঙ্গতিপূর্ণ ল্যাকটিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন: $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$. বিকল্প গঠন $CH_2OH\text{-}CH_2\text{-}COOH$ হইতে পাইরুভিক অ্যাসিড পাওয়া সম্ভব নয়। অধিকন্তু অ্যাসিট্যালডিহাইড সায়ানোহাইড্রিন হইতে ল্যাকটিক অ্যাসিডের উৎপত্তি; সুতরাং ইহার হাইড্রক্সিল ও কার্বক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত যুক্ত।

সমাবয়বী ল্যাকটিক অ্যাসিড: ল্যাকটিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন একটি যৌগের প্রতীক কিন্তু বাস্তবিক পক্ষে তিনটি জানা আছে। (i) সাধারণ ল্যাকটিক অ্যাসিড: ইহা টক দুধে আছে এবং কৃত্রিম উপায়ে অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে প্রস্তুত হইতে পারে। ইহার গলনাংক 18° আকার তরল। (ii) সারকোল্যাকটিক অ্যাসিড: ইহা মাংসপেশীতে থাকে; সাদা এবং স্ফটিকাকার (গলনাংক 53°)। (iii) *l*-ল্যাকটিক অ্যাসিড: গ্লুকোজ হইতে বিশেষ জীবাণুর সাহায্যে প্রস্তুত হয় কিংবা সাধারণ ল্যাকটিক অ্যাসিড হইতে পৃথকীকরণ প্রক্রিয়ায় (resolution) পাওয়া যায়। প্রকৃতিজাত দ্রব্যে ইহা অনুপস্থিত। ইহাও সাদা এবং স্ফটিকাকার (গলনাংক 53°)। ইহাদের আণবিক গঠন অভিন্ন, তাই রাসায়নিক প্রকৃতি এবং বিক্রিয়াও অভিন্ন। রাসায়নিকের পক্ষে ইহাদিগকে চিহ্নিত করা দুঃসাধ্য। কিন্তু সমবর্তিত আলোকে (plane-polarised light)

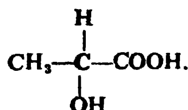
ইহাদের আচরণ বিভিন্ন। এক-বর্ণ-বিশিষ্ট আলোক রশ্মি (monochromatic light) যথা সোডিয়াম বাষ্প-শিখা হইতে পীত আলোক, স্বচ্ছ আইসল্যাণ্ড স্পার স্ফটিকের (calcite, $CaCO_3$) ভিতর দিয়া যাইবার সময় দুই ভাগে বিভক্ত হইয়া পড়ে; প্রত্যেকে মাত্র এক সমতলে স্পন্দিত হয়। নির্গত আলোক রশ্মিকে সমবর্তিত আলো বলা হয়। সারকোল্যাকটিক অ্যাসিডের দ্রবণ এই আলোর গতি পথে স্থাপিত হইলে, তাহার তল 3.8° ডান দিকে ঘুরিয়া যায়। তাই ইহাকে আলোক-সক্রিয় (optically active) এবং ডান-ঘূর্ণক (বা সংক্ষেপে *d*-) বলে। গ্লুকোজ হইতে প্রস্তুত ল্যাকটিক অ্যাসিড এই তল ঠিক সম পরিমাণ বাম দিকে ঘুরায়; অতএব ইহাও আলোক-সক্রিয় কিন্তু বাম-ঘূর্ণক (বা সংক্ষেপে *l*-). সাধারণ ল্যাকটিক অ্যাসিডের (যথা টক দুধের অ্যাসিড) এই আলোর উপর কোন প্রভাব নাই অর্থাৎ ইহার ভিতর দিয়া চলিবার সময় আলোর গতি পথের কোন পরিবর্তন ঘটে না। ইহা আলোক-নিষ্ক্রিয় (optically inactive বা *dl*-). পোলারিমিটার যন্ত্রের সাহায্যে ঘূর্ণনের দিক এবং পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। বহু জৈব যৌগ সারকোল্যাকটিক অ্যাসিডের মত সমবর্তিত আলোর গতি পথ ঘুরাইয়া দেয়। এই সকল যৌগে অন্ততঃ এমন একটি কার্বন পরমাণু থাকে যাহা চারটি বিভিন্ন একযোজী পরমাণু, গ্রুপ কিংবা পরমাণু এবং গ্রুপের সহিত যুক্ত। এই কার্বনকে অপ্রতিসম (asymmetric) কার্বন বলে। আলোক-সক্রিয়তা ব্যাখ্যা করিতে ভ্যান্ট্ হফ্ এবং লা বেল উভয়ে নিরপেক্ষভাবে যে মতবাদ প্রচার করেন তাহার সার মর্ম: একটি কাল্পনিক সমচতুস্তলকের (regular tetrahedron) কেন্দ্রবিন্দুতে কার্বন পরমাণু অবস্থিত; ইহার যোজ্যতার চারটি বন্ধন (valence bonds) চতুস্তলকের চার কোণের দিকে প্রসারিত। অর্থাৎ কার্বনের বন্ধনগুলি এক সমতলে অবস্থিত নহে। পরবর্তী কালে নানা ভাবে এই মতবাদের সত্যতা প্রমাণিত হইয়াছে।



২৫ক নং চিত্র। ল্যাকটিক অ্যাসিড, *d*- এবং *l*-.

এই পরিপ্রেক্ষিতে ল্যাকটিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন দুই বিভিন্ন রূপে প্রতীয়মান। ডান ও বাম করতলের মত—ইহাদিগকে ত্রিমাত্রিক গঠন (space structure বা configuration) বলা হয় (২৫ক নং চিত্র)। একটি গঠনের উপর অপরটিকে পুরাপুরি মিল রাখিয়া স্থাপন করা অসম্ভব; ইহাদের সম্পর্ক কোন বস্তু এবং তাহার প্রতিবিম্বের মত। অর্থাৎ এই দুইটি গঠন প্রতিসাম্যবিহীন (without a plane of symmetry). কোন একটি তলে ইহাদিগকে অবিকল অনুরূপ দুই অংশে বিভক্ত করা যায় না।

সাধারণ অর্থাৎ টক দুধের (বা কৃত্রিম) ল্যাকটিক অ্যাসিড *d*- এবং *l*-ল্যাকটিক অ্যাসিডের আণবিক (1 : 1) মিশ্রণ (সন্ধান পদ্ধতিতে উৎপন্ন ল্যাকটিক অ্যাসিড জীবাণুর প্রকৃতি অনুযায়ী *d*-, *l*- বা *dl*- হইতে পারে)। এই মিশ্রণের সারকোল্যাকটিক অ্যাসিড (অর্থাৎ *d*-) সমবর্তিত আলোক যে পরিমাণে ডান দিকে ঘুরায়, ইহার *l*-ল্যাকটিক অ্যাসিড তাহাকে ঠিক সেই পরিমাণ বাম দিকে ঘুরায়। ফলে নিষ্ক্রান্ত আলোক রশ্মির গতি পথ অপরিবর্তিত থাকে। একাধিক উপায়ে সাধারণ ল্যাকটিক অ্যাসিডকে *d*- এবং *l*-ল্যাকটিক অ্যাসিডে পৃথক করা সম্ভব। কাগজের সমতলে দেখানো ল্যাকটিক অ্যাসিডের গঠন :



মধ্যস্থিত অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু মোটা অক্ষরে দেখানো হইয়াছে। অপ্রতিসম কার্বন-পরমাণু-বিশিষ্ট যৌগ সাধারণতঃ আলোক-সক্রিয় কিন্তু কোন যৌগে অপ্রতিসম কার্বনের অনুপস্থিতি আলোক-নিষ্ক্রিয়তা সূচিত করে না। এমন কিছু সংখ্যক আলোক-সক্রিয় যৌগ আছে যাহাতে অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু নাই ; যথা : ইনোসিটল, $C_6H_6(OH)_6$.

সারকোল্যাকটিক অ্যাসিড, *d*-ল্যাকটিক অ্যাসিড, মাংসের নির্যাস (extract) হইতে প্রস্তুত হয় ; ইহাতে অ্যালকোহল মিশাইলে অ্যালবুমিন অধঃক্ষিপ্ত হয়। পাতনে ইথানল অপসারিত করিয়া আম্লিক অবশেষ (residue) হইতে ইথার দ্বারা সারকোল্যাকটিক অ্যাসিড নিষ্কাশন করা হয়। *Rhizopus oryzae* নামক ছত্রাক (fungus) দ্বারা সন্ধান প্রক্রিয়ায় গ্লুকোজ হইতে সারকোল্যাকটিক অ্যাসিড তৈয়ার করা যায়। পরিশ্রমে আমাদের মাংসপেশীতে সারকোল্যাকটিক অ্যাসিডের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় ; আমরা ক্লান্ত বোধ করি। ইহা স্ফটিকাকার (গলনাংক 53°) ; টক দুধের বা কৃত্রিম ল্যাকটিক অ্যাসিডের (*dl*-) গলনাংক 18°. সারকোল্যাকটিক অ্যাসিডের জিংক লবণে দুই অণু এবং ক্যালশিয়াম লবণে চার অণু স্ফটিক-জল (water of crystallisation) থাকে কিন্তু সাধারণ *dl*-ল্যাকটিক অ্যাসিডের অনুরূপ লবণে থাকে যথাক্রমে তিন ও পাঁচ অণু জল। উভয় অ্যাসিডের রাসায়নিক বিক্রিয়া অবশ্য অভিন্ন।

হাইড্র্যাক্রাইলিক অ্যাসিড, β-হাইড্রক্সিপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, $CH_2(OH)\text{-}CH_2\text{-}COOH$, ল্যাকটিক অ্যাসিডের গাঠনিক সমাবয়বী (structural isomer). β-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ইহা তৈয়ার হয়।

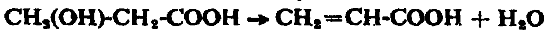


$$ClCH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O \rightarrow CH_2(OH)\text{-}CH_2\text{-}COOH + HCl$$

β-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হাইড্র্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

ইহা সিরাপ আকারের তরল, জলে দ্রবণীয় এবং আলোক-নিষ্ক্রিয় (ইহাতে কোন অপ্রতিসম কার্বন নাই)। ইহা ল্যাকটিক অ্যাসিড অপেক্ষা মৃদুতর অম্ল ($K_a = 3.1 \times 10^{-5}$) ;

ইহার কারণ কার্বক্সিল গ্রুপ হইতে হাইড্রক্সিল গ্রুপের অধিকতর দূরত্ব। ইহাকে শুধু কিংবা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডসহ গরম করিলে অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



$$CH_2(OH)\text{-}CH_2\text{-}COOH \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}COOH + H_2O$$

হাইড্র্যাক্রাইলিক অ্যাসিড অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

ইহার জারণে অকজালিক অ্যাসিড পাওয়া যায়; কিন্তু ল্যাকটিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়।

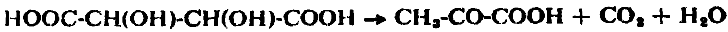


$$CH_2OH\text{-}CH_2\text{-}COOH + 4O \rightarrow HOOC\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

হাইড্র্যাক্রাইলিক অ্যাসিড অকজালিক অ্যাসিড

কিটোনিক অ্যাসিড : কোন যৌগে একটি কিটো গ্রুপ, $>C{=}O$, এবং একটি কার্বক্সিল গ্রুপ, $-COOH$, থাকিলে তাহা কিটোনিক অ্যাসিড। α-অক্সিপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড বা **পাইরুভিক অ্যাসিড**, $CH_3\text{-}CO\text{-}COOH$, সরলতম গঠনের কিটোনিক অ্যাসিড। উভয় সক্রিয় গ্রুপ মোটামুটি নিরপেক্ষ ভাবে বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে; কিন্তু একে অন্যের পুরাপুরি প্রভাবমুক্ত নয়। পাইরুভিক অ্যাসিড প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হইতে তীব্রতর এবং ইহার কার্বক্সিল গ্রুপ বিচ্ছিন্ন করা সহজতর।

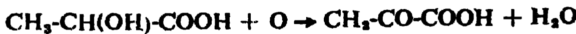
পাইরুভিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী : (১) **টারটারিক অ্যাসিড হইতে :** শুধু টারটারিক অ্যাসিড পাতন করিলে পাইরুভিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। কিন্তু ইহার সঙ্গে পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট (নিরুদক) থাকিলে উৎপাদনের পরিমাণ বাড়ে। আঙুরের রসে অ্যাসিড পটাশিয়াম টারট্রেট আছে; ইহার নামকরণ (*pyre*, আগুন; *uva*, আঙুর) হইয়াছে এই কারণে।



$$HOOC\text{-}CH(OH)\text{-}CH(OH)\text{-}COOH \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

টারটারিক অ্যাসিড পাইরুভিক অ্যাসিড

(২) **ল্যাকটিক অ্যাসিড হইতে :** মৃদু জারক, যথা লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড, প্রশম পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অথবা হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ও সামান্য ফেরাস সালফেট, ল্যাকটিক অ্যাসিডকে পাইরুভিক অ্যাসিডে জারিত করে। সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ কিটো গ্রুপে পরিণত হয়।



$$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + O \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + H_2O$$

ল্যাকটিক অ্যাসিড পাইরুভিক অ্যাসিড

(৩) **অ্যাসিটিল ক্লোরাইড হইতে :** পটাশিয়াম সায়ানাইড ও অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটিল সায়ানাইড গঠন করে। ফুটন্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে পাইরুভিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



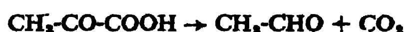
$$CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + KCN \xrightarrow{-KCl} CH_3\text{-}CO\text{-}CN \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}CO\text{-}COOH$$

অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটিল সায়ানাইড পাইরুভিক অ্যাসিড

ধর্ম : পাইরুভিক অ্যাসিড বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 164° আংশিক বিয়োজনসহ);

গন্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মত। জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। ইলেকট্রন-আকর্ষী কার্বনিল গ্রুপের প্রভাবে পাইরুভিক অ্যাসিড ($K_a = 5.6 \times 10^{-3}$) প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড ($K_a = 2.62 \times 10^{-4}$) অপেক্ষা তীব্রতর।

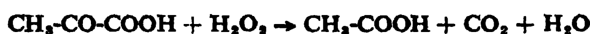
বিক্রিয়া: (১) **কার্বক্সিল গ্রুপ বিচ্ছিন্ন করণ:** প্রবল উত্তাপে অথবা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের (10%) উপস্থিতিতে 150° তাপাংকে পাইরুভিক অ্যাসিড কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH \rightarrow CH_3\text{-}CHO + CO_2$$

পাইরুভিক অ্যাসিড অ্যাসিট্যালডিহাইড

(২) **জারণ:** মৃদু জারক যথা হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড, পাইরুভিক অ্যাসিডকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করে কিন্তু তীব্র জারক যেমন গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড, ইহাকে অকজালিক অ্যাসিডে পরিণত করে।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + H_2O_2 \rightarrow CH_3\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

পাইরুভিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড



$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + 4O \rightarrow HOOC\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

পাইরুভিক অ্যাসিড অকজালিক অ্যাসিড

(৩) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও অ্যালকোহল হইতে) পাইরুভিক অ্যাসিডকে সাধারণ ল্যাকটিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।

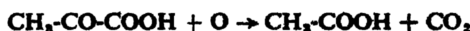


$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + 2H \rightarrow CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$$

পাইরুভিক অ্যাসিড ল্যাকটিক অ্যাসিড

(৪) **আইয়োডোফরম গঠন:** পাইরুভিক অ্যাসিড (ইহাতে অ্যাসিটোনের মত $CH_3\text{-}CO\text{-}C$ গ্রুপ আছে) আইয়োডিন দ্রবণ ও কস্টিক সোডাসহ গরম করিলে আইয়োডোফরমে রূপান্তরিত হয়।

(৫) **বিজারকের ভূমিকায়:** পাইরুভিক অ্যাসিড সহজে জারিত হয় বলিয়া ইহা কোন কোন ক্ষেত্রে বিজারকের ভূমিকা গ্রহণ করে। টোলেঁ বিকারক হইতে সিলভার বিমুক্ত করিতে নিজে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত হয়।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}COOH + O \rightarrow CH_3\text{-}COOH + CO_2$$

পাইরুভিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}COOH$, সরলতম β-কিটোনিক অ্যাসিড; আমাদের প্রস্রাবে সামান্য এবং বহুমূত্র রোগীর প্রস্রাবে যথেষ্ট থাকে। ইহা অস্থিতিশীল; মৃদু উত্তাপে অ্যাসিটোন ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়।

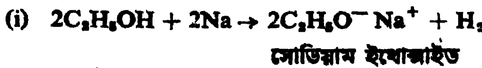


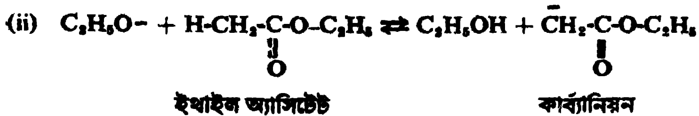
$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}COOH \longrightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + CO_2$$

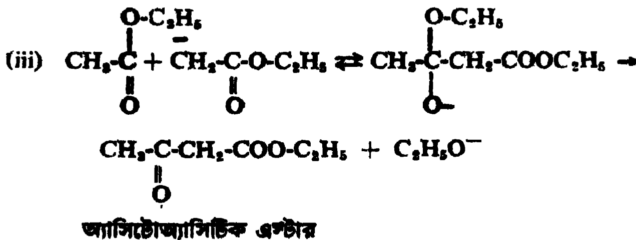
অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড অ্যাসিটোন

কিন্তু ইহার এস্টার, ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট, CH_3-CO-CH_2-COO-C_2H_5, যথেষ্ট স্থিতিশীল। বহুবিধ জৈব সংশ্লেষণে ইহা ব্যবহৃত হয়। এই এস্টারকে শীতল লঘু পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষের পর আম্লিক করিলে অ্যাসিটো-অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইথার দ্বারা অ্যাসিড নিষ্কাশন করা চলে। ইহা জলাকর্ষী সিরাপ, জলে দ্রবণীয়; জলীয় দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড মিশাইলে বেগুনী দেখায় এবং আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত ইহা আইয়োডোফরম গঠন করে।

*অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার, CH_3-CO-CH_2-COO-C_2H_5 : খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে নির্মল সোডিয়াম (পাতলা ফালি), নির্জল ইথাইল অ্যাসিটেট ও অতি অল্প পরিমাণ ইথাইল অ্যালকোহল মিশাইলে সাধারণ তাপাংকে বিক্রিয়া শুরু হয় এবং হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। বিক্রিয়ার তাপে মিশ্রণ ফুটিতে থাকে। উৎপন্ন সোডিয়াম ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেট লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করিলে ইথাইল অ্যাসি-টোঅ্যাসিটেট বিমুক্ত হয়। আংশিক পাতনে প্রথমে অবিকৃত ইথাইল অ্যাসিটেট (স্ফুটনাংক 78°) চলিয়া যায়। পরে নিম্ন চাপে পাতন করিলে বিশুদ্ধ এস্টার পাওয়া যায়। শিল্পের পদ্ধতিও অনুরূপ। বিক্রিয়ার গতি পথ এই রূপ:







এই বিক্রিয়ার নাম ক্লাইসেন কনডেনসেশন (Claisen condensation); তীব্র ক্ষারের উপস্থিতিতে দুই অণু এস্টার (যাহাদের α-হাইড্রোজেন আছে) মিলিত হইয়া এক অণু β-কিটো-এস্টার গঠন করে। সোডিয়াম ইথোক্সাইডের বদলে সোড্যামাইড, $NaNH_2$, ব্যবহার করা চলে।

ধর্ম: অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার বর্ণহীন, সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 180° আংশিক বিয়োজনসহ); জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু ইথার ও অ্যালকোহলে অতি দ্রবণীয়। ইহা

একাধারে কিটোন এবং অসংপৃক্ত অ্যালকোহল। কিটোনরূপে হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড, সোডিয়াম বাইসালফাইট, হাইড্রক্সিলঅ্যামিন, ফিনাইলহাইড্র্যাজিন প্রভৃতির সহিত ইহা যৌগ গঠন করে। হাইড্রোজেন ও অনুঘটক ইহাকে β-হাইড্রক্সিবিউটাইরিক এস্টারে, $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5$, বিজারিত করে (কিটো গ্রুপ সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপে পরিণত হয়)। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা অ্যাসিটোন, ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়। অতএব অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারের সম্ভাব্য আণবিক গঠন $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5$. পক্ষান্তরে অসংপৃক্ত অ্যালকোহল হিসাবে ইহা অ্যালকোহলীয় ব্রোমিন হইতে দুই পরমাণু ব্রোমিন সংযোজন করিয়া $CH_3\text{-}C(OH)Br\text{-}CHBr\text{-}COO\text{-}C_2H_5$ গঠন করে। অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার প্রশম (অর্থাৎ না ক্ষারীয়, না আম্লিক) কিন্তু ইহা লঘু কস্টিক সোডায় দ্রবণীয়, সোডিয়াম লবণ গঠন করে এবং ফিনলের মত অ্যালকোহলীয় ফেরিক ক্লোরাইডের রং বেগুনী করে। ফিনলে -C(OH)=CH- গ্রুপ আছে। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয় এবং হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। সুতরাং ইহার আণবিক গঠন $CH_3\text{-}C(OH)=CH\text{-}COO\text{-}C_2H_5$. বস্তুতঃ অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার উভয় গঠনের মিশ্রণ; পেট্রোলিয়াম ইথার দ্রবণ হইতে নিম্ন তাপাংকে (-78°) আংশিক কেলাসন করিয়া ইহাদিগকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করা হইয়াছে। সাধারণ তাপাংকে কিটো-গঠনের প্রাধান্য (93%) কিন্তু বাষ্পাকারে ইহার পরিমাণ 51%. এই প্রকার দুইটি যৌগকে টটোমার (tautomer) বলে। ইহারা সর্বদা সাম্যাবস্থায় (in equilibrium) থাকে। সাধারণতঃ কার্বন-শৃংখলের এক পরমাণু হইতে অন্য পরমাণুতে হাইড্রোজেনের পরিভ্রমণের ফলে ইহাদের উৎপত্তি।



$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5 \rightleftharpoons CH_3\text{-}C(OH)=CH\text{-}COO\text{-}C_2H_5$$

কিটো-গঠন অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার ইনল-গঠন

সাংশ্লেষণিক প্রয়োগ: অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারের সাংশ্লেষণিক প্রয়োগ ব্যাপক হইলেও ইহা হইতে প্রধানতঃ কিটোন এবং ফ্যাটি অ্যাসিড প্রস্তুত করা হয়। ইলেকট্রন-আকর্ষী দুই কার্বনিল গ্রুপের মাঝ খানে অবস্থিত বলিয়া মিথিলিন হাইড্রোজেনের বন্ধন শিথিল এবং ইহারা অতিশয় সক্রিয়। সোডিয়াম ইহাদিগকে সহজে প্রতিস্থাপিত করে। অ্যালকোহলীয় দ্রবণে এস্টার এবং সোডিয়াম ইথোক্সাইড মিশাইলে সোডিয়াম যৌগ, $CH_3\text{-}CO\text{-}CH(Na)\text{-}COO\text{-}C_2H_5$, মিলে। অ্যালকিল আইয়োডাইড, R-I, ইহার সোডিয়ামকে অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া ইথাইল অ্যালকিলঅ্যাসিটো-অ্যাসিটেট, $CH_3\text{-}CO\text{-}CHR\text{-}COO\text{-}C_2H_5$, গঠন করে। শীতল লঘু কস্টিক সোডা এই যৌগকে কিটোনে এবং ফুটন্ত গাঢ় কস্টিক সোডা ইহাকে ফ্যাটি অ্যাসিডে পরিণত করে। মিথিলিন হাইড্রোজেন একটির পর একটি প্রতিস্থাপিত করিতে হয়, দুইটি এক সঙ্গে করা যায় না।

(i) **কিটোন সংশ্লেষণ :** অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারের মিথিলিন হাইড্রোজেন একটি বা দুইটি (অভিন্ন অথবা বিভিন্ন) অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপনের পর শীতল লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ (5%) দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া অম্লীকৃত দ্রবণ ফুটাইলে কিটোন পাওয়া যায়।

$$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + C_2H_5ONa \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CHNa\text{-}COO\text{-}C_2H_5$$

অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার — সোডিয়াম যৌগ

$$\xrightarrow[-NaI]{RI} CH_3\text{-}CO\text{-}CHR\text{-}COO\text{-}C_2H_5 \xrightarrow{H_2O} CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2R + C_2H_5OH + CO_2$$

ইথাইল অ্যালকিলঅ্যাসিটোঅ্যাসিটেট — কিটোন

$$CH_3\text{-}CO\text{-}CHR\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + C_2H_5ONa \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CNaR\text{-}COO\text{-}C_2H_5 \xrightarrow[-NaI]{R'I}$$

ইথাইল অ্যালকিলঅ্যাসিটোঅ্যাসিটেট — সোডিয়াম যৌগ

$$CH_3\text{-}CO\text{-}CRR'\text{-}COO\text{-}C_2H_5 \xrightarrow{H_2O} CH_3CO\text{-}CHRR' + C_2H_5OH + CO_2$$

ইথাইল ডাইঅ্যালকিলঅ্যাসিটোঅ্যাসিটেট — কিটোন

(ii) **ফ্যাটি অ্যাসিড সংশ্লেষণ :** অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারের মনো- অথবা ডাই-অ্যালকিল যৌগ ফুটন্ত, গাঢ় অ্যালকোহলীয় কস্টিক সোডা (50%) দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ফ্যাটি অ্যাসিড পাওয়া যায়। কার্বনিল গ্রুপের পার্শ্ববর্তী বন্ধন বিচ্ছিন্ন হইয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং মনো- (কিংবা ডাই-) অ্যালকিল-প্রতিস্থাপিত ফ্যাটি অ্যাসিড (অর্থাৎ উর্ধতন ফ্যাটি অ্যাসিড) উৎপন্ন হয়। প্রত্যাশিত ফ্যাটি অ্যাসিড অনুযায়ী অ্যালকিল আইয়োডাইড বাছিয়া লইতে হইবে।

$$\underset{HO\text{-}H \quad H\text{-}OH}{CH_3\text{-}CO\text{-}CHR\text{-}COO\text{-}C_2H_5} \longrightarrow CH_3\text{-}COOH + CH_2R\text{-}COOH + C_2H_5OH$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড — ফ্যাটি অ্যাসিড

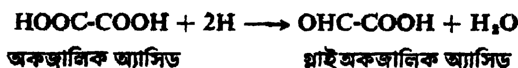
$$\underset{HO\text{-}H \quad H\text{-}OH}{CH_3\text{-}CO\text{-}CRR'\text{-}COO\text{-}C_2H_5} \longrightarrow CH_3\text{-}COOH + CHRR'\text{-}COOH + C_2H_5OH$$

অ্যাসিটিক অ্যাসিড — ফ্যাটি অ্যাসিড

অ্যালডিহাইডিক অ্যাসিডে অন্ততঃ একটি কার্বক্সিল ও একটি অ্যালডিহাইডো গ্রুপ থাকে; সরলতম গঠনের দৃষ্টান্ত গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড, CHO-COOH; কোন কোন চারাগাছে এবং কাঁচা ফলে ইহা পাওয়া যায়। নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা সতর্ক জারণে গ্লাইকল গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। পরীক্ষাগারে ইহা ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণ ফুটাইয়া তৈয়ার হয়। অকজালিক অ্যাসিডকে ম্যাগনেশিয়াম চূর্ণ ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা বিজারিত করিলেও ইহা পাওয়া যায়।

$$CHCl_2\text{-}COOH + 2H_2O \xrightarrow{-2HCl} CH(OH)_2COOH \rightarrow OHC\text{-}COOH$$

ডাইক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড — ডাইহাইড্রক্সিঅ্যাসিটিক অ্যাসিড — গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড

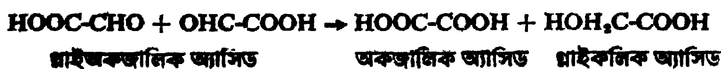


শিল্পোৎপাদন পদ্ধতিতে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে অকজালিক অ্যাসিড বিদ্যুৎ-বিজারিত করা হয়।

নির্জল গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার করা কঠিন কারণ ইহা এক অণু জল দৃঢ়ভাবে আঁকড়াইয়া রাখে; জলীয় দ্রবণ বায়ুশূন্য পাত্রে ফসফরাস পেন্টঅক্সাইডের উপর রাখিলে জল চলিয়া যায়। নির্জল অ্যাসিড সিরাপ আকারের, গন্ধ ঝাঁঝালো। ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিড ($K_a = 1.86 \times 10^{-5}$) হইতে তীব্রতর ($K_a = 4.6 \times 10^{-4}$); পার্শ্ববর্তী ইলেকট্রন-আকর্ষী -CHO গ্রুপ ইহার কারণ। জলযুক্ত অ্যাসিড স্ফটিকাকার (গলনাংক 98°), জলে অতি দ্রবণীয়। অ্যালডিহাইড ও অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ইহা প্রায় নিরপেক্ষ ভাবে অংশ গ্রহণ করে। ইহা টোলাঁ বিকারক এবং ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে, HCN, NH_2OH, $C_6H_5NH\text{-}NH_2$ প্রভৃতির সহিত অ্যালডিহাইডরূপে যথারীতি যৌগ গঠন করে। ইহা অ্যাসিড হিসাবে ক্ষারের সহিত লবণ ও অ্যালকোহলের সহিত এস্টার উৎপাদন করে। গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিড জারণে অকজালিক অ্যাসিডে এবং বিজারণে গ্লাইকলিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিডে -CHO গ্রুপের পার্শ্ববর্তী α-হাইড্রোজেন অনুপস্থিত; তাই ফরম্যালডিহাইডের মত ইহা ক্যানিজারো বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।



ধাতু এবং অ্যাসিড হইতে জায়মান হাইড্রোজেন গ্লাইঅকজালিক অ্যাসিডকে গ্লাইকলিক ও টারটারিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।



প্রশ্নমালা

১। ইথাইল অ্যাসিটোঅ্যাসিটেটের প্রস্তুত প্রণালী সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ইহা হইতে কি উপায়ে কিটোন ও ফ্যাটি অ্যাসিড প্রস্তুত করা যায়?

২। পরীক্ষাগারে ল্যাকটিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। সমাবয়বী ল্যাকটিক অ্যাসিড সম্বন্ধে যাহা জান লিখ।

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) আলোক-সক্রিয় সমাবয়বতা, (ii) কিটো-ইনল টটোমারিজম এবং (iii) অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু।

৪। গ্লাইকলিক অ্যাসিড একাধারে প্রাইমারী অ্যালকোহল এবং কার্বক্সিলিক অ্যাসিড; ইহার সত্যতা কি উপায়ে প্রমাণ করিবে? ইহার জারণ ও বিজারণে কি কি পাওয়া যায়?

৫। কি বিক্রিয়া ঘটে: (i) পাইরুভিক অ্যাসিড এবং নাইট্রিক অ্যাসিডে, (ii) গ্লাইকলিক অ্যাসিড ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডে, (iii) পাইরুভিক অ্যাসিড এবং সোডিয়াম অ্যামালগামে, এবং (iv) ফুটন্ত হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ও গ্লাইকলিক অ্যাসিডে?

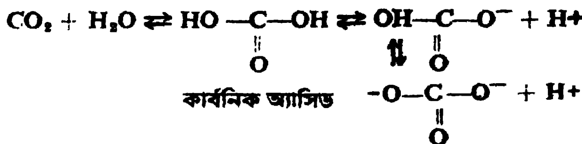
৬। X আলোক-সক্রিয় যৌগ; ইহার আণবিক সংকেত $C_3H_6O_3$. সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করিলে ইহা হইতে একটি গ্যাস নির্গত হয়। জারণে ইহা হইতে Y পাওয়া যায়। Y ফিনাইলহাইড্রাজোন, Z, উৎপাদন করে; ইহার $C = 60.6\%$, $H = 5.6\%$ এবং $N = 15.7\%$. X, Y এবং Z-এর আণবিক গঠন লিখ।

৭। পাইরুভিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের সাদৃশ্য ও বৈষম্য সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

দ্বাদশ অধ্যায়

দ্বিক্ষারী ও ত্রিক্ষারী অ্যাসিড

দ্বিক্ষারী অ্যাসিড : কোন অণুতে দুইটি আয়নন-যোগ্য (ionisable) হাইড্রোজেন পরমাণু থাকিলে তাহা দ্বিক্ষারী অ্যাসিড (dibasic acid); দুই-কার্বক্সিল-গ্রুপ-যুক্ত যৌগ অবশ্যই দ্বিক্ষারী অ্যাসিড। কার্বনিক অ্যাসিড, HO-COOH, সরলতম গঠনের দ্বিক্ষারী অ্যাসিড যদিও দুইটি স্বতন্ত্র কার্বক্সিল গ্রুপ, -COOH, নাই। কার্বন ডাইঅক্সাইডের জলীয় দ্রবণ, কার্বনিক অ্যাসিড, H_2CO_3, অতিশয় মৃদু অম্ল ($K_1 = 4.3 \times 10^{-7}$) যদিও ইহা নীল লিটমাসকে লাল করে। ইহার স্বাধীন সত্তা নাই; কিন্তু ইহার ধাতব লবণ, এস্টার, অ্যামাইড প্রভৃতি যথেষ্ট স্থিতিশীল। দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত যুক্ত বলিয়া কার্বনিক অ্যাসিড অস্থিতিশীল।



$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HO-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH \rightleftharpoons OH-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^- + H^+$$

কার্বনিক অ্যাসিড

$$\rightleftharpoons {}^-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^- + H^+$$

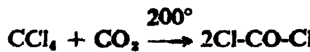
কার্বনিল ক্লোরাইড, কার্বনিক অ্যাসিডের অ্যাসিড ক্লোরাইড, Cl-CO-Cl, সূর্যালোকে কার্বন মনোঅক্সাইড ও ক্লোরিন গ্যাসের সরাসরি বিক্রিয়ায় প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল। ইহার আদি নাম ফসজিন (*phos*, আলো; *genes*, জাত)। এখনও এই পদ্ধতিতে কিছু কার্বনিল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। শিল্পে 200° তাপাংকে সক্রিয় কার্বন অনুঘটকের উপর দিয়া উভয় গ্যাসের মিশ্রণ (1:1) প্রবাহিত করিয়া আলোর অনুপস্থিতিতে ইহা তৈয়ার হয়। আলো ও বায়ুর সংস্পর্শে ক্লোরোফরম, $CHCl_3$, ধীরে ধীরে কার্বনিল ক্লোরাইডে বিয়োজিত হয় (পৃঃ ৮৬)।



$$CO + Cl_2 \rightarrow Cl\text{-}CO\text{-}Cl$$

কার্বনিল ক্লোরাইড

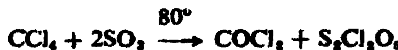
কার্বন টেট্রাক্লোরাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইড উত্তপ্ত পিউমিসের উপর দিয়া চালিত করিয়াও শিল্পে কার্বনিল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়।



$$CCl_4 + CO_2 \xrightarrow{200^\circ} 2Cl\text{-}CO\text{-}Cl$$

কার্বন টেট্রাক্লোরাইড কার্বনিল ক্লোরাইড

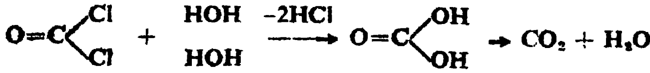
পরীক্ষাগারে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড সমান আয়তনে 80° তাপাংকে গরম করিয়া কার্বনিল ক্লোরাইড প্রস্তুত হয়।



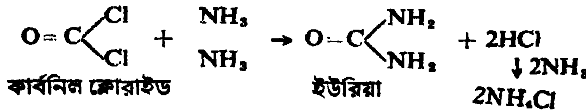
$$CCl_4 + 2SO_3 \xrightarrow{80^\circ} COCl_2 + S_2Cl_2O_5$$

পাইরোসালফিউরিল ক্লোরাইড

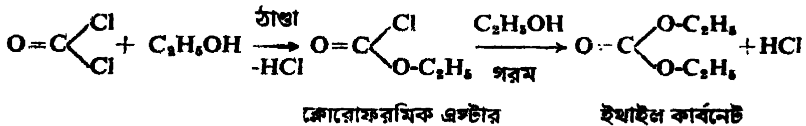
ধর্ম : কার্বনিল ক্লোরাইড বর্ণহীন, অতি বিষাক্ত গ্যাস; গন্ধ তীব্র এবং শ্বাস-রোধকারী কিন্তু প্রচুর বায়ুর মিশ্রণে প্রীতিকর। ইহা প্রবল শৈত্যে তরল আকার ধারণ করে (স্ফুটনাংক 8°)। কার্বনিল ক্লোরাইড বেনজিন ও জাইলিনে অতি দ্রবণীয়। আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা কার্বন ডাইঅক্সাইড ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইডে বিয়োজিত হয়।



টলুইন দ্রবণে অ্যামোনিয়া ও কার্বনিল ক্লোরাইড সাধারণ তাপাংকে কার্ব্যামাইড বা ইউরিয়া গঠন করে। গরম অ্যালকোহলে ইউরিয়া দ্রবণীয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড অদ্রবণীয়।

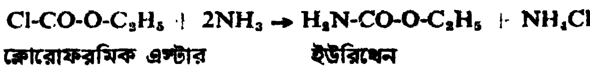


পিরিডিনের (ক্ষারীয়) উপস্থিতিতে অতিরিক্ত ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বনিল ক্লোরাইড গরম করিলে ইথাইল কার্বনেট পাওয়া যায়।

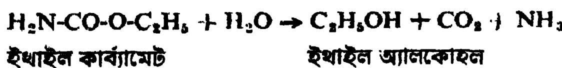


ব্যবহার : রঞ্জনদ্রব্য এবং পলিইউরিথেন প্লাস্টিক উৎপাদনে কার্বনিল ক্লোরাইড প্রয়োজন। ইথাইল কার্বনেট দ্রাবক।

ইউরিথেন : কার্ব্যামিক অ্যাসিডের, $H_2N\text{-}CO\text{-}OH$, এস্টারকে ইউরিথেন বলে। ইথাইল কার্ব্যামেটকে, $H_2N\text{-}CO\text{-}OC_2H_5$, সংক্ষেপে ইউরিথেন বলা হয়। ইহা প্রশান্তিদায়ক ঔষধ। সাধারণ তাপাংকে ক্লোরোফরমিক এস্টার ও অ্যামোনিয়া মিশাইলে ইউরিথেন মিলে।



ইথাইল কার্ব্যামেট উদ্বায়ী এবং স্ফটিকাকার (গলনাংক 50°); জল, ইথার ও অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। ইহা ঘুমের ঔষধ। ক্ষারীয় বা আম্লিক ইথাইল কার্ব্যামেট আর্দ্র-বিশ্লেষে ইথাইল অ্যালকোহল, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও অ্যামোনিয়ায় বিয়োজিত হয়।



ডাইয়ল ও ডাইআইসোসায়ানেট হইতে পলিইউরিথেন প্লাস্টিক তৈয়ার হয়। গাড়ীর টায়ার, জুতার তলি, কৃত্রিম আঁশ প্রভৃতি এবং বুদ্বুদপূর্ণ প্লাস্টিক (polyurethane foam) গদি, বালিশ, কুশন প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে ব্যবহৃত হয়।



$$HO\text{-}(CH_2)n\text{-}OH + OCN\text{-}(CH_2)m\text{-}NCO \rightarrow$$

ডাইয়ল ডাই-আইসোসায়ানেট $[\text{-}O\text{-}(CH_2)n\text{-}OCONH(CH_2)mNHCO\text{-}]_x$

পলিইউরিথেন

ইউরিয়া, কার্ব্যামাইড, $H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$, কৃত্রিম জৈব যৌগের প্রথম দৃষ্টান্ত ; আদি উৎস মূত্র (প্রতিদিন 30 g আমাদের প্রস্রাবের সহিত নির্গত হয় ; তাই নাম ইউরিয়া (urine হইতে)। এখন লক্ষ লক্ষ টন ইউরিয়া জমির সাররূপে ও ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক উৎপাদনে ব্যবহৃত হইতেছে।

প্রস্তুত প্রণালী : (১) **অ্যামোনিয়াম সায়ানেট হইতে :** ফুটন্ত জল-গাহে অ্যামোনিয়াম সালফেট (10 g) ও পটাশিয়াম সায়ানেটের (12 g) জলীয় দ্রবণ (75 cc) নির্জল না হওয়া পর্যন্ত গরম করিলে ইউরিয়া উৎপন্ন হয় (ভোলার পদ্ধতি)। প্রথম ধাপে গঠিত অ্যামোনিয়াম সায়ানেট আণবিক পুনর্বিন্যাসের ফলে শেষ ধাপে ইউরিয়ায় রূপান্তরিত হয়। গরম অ্যালকোহল (40 cc) দ্বারা নিষ্কাশন করিয়া ঘনীভূত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে ইউরিয়ার স্ফটিক পাওয়া যায়। পটাশিয়াম সালফেট অ্যালকোহলে অদ্রবণীয়।



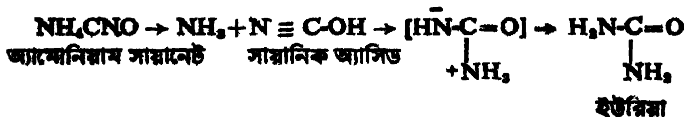
$$(NH_4)_2SO_4 + 2KCNO \rightarrow 2NH_4CNO + K_2SO_4$$



$$NH_4CNO \rightarrow H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$$

অ্যামোনিয়াম সায়ানেট ইউরিয়া

এই বিক্রিয়ার গতি পথ :



$$NH_4CNO \rightarrow NH_3 + N \equiv C\text{-}OH \rightarrow [H\bar{N}\text{-}C{=}O] \rightarrow H_2N\text{-}C{=}O$$

(২) **কার্বনিল ক্লোরাইড হইতে :** সাধারণ তাপাংকে টলুইনে অ্যামোনিয়ার সংপৃক্ত দ্রবণে কার্বনিল ক্লোরাইড গ্যাস চালিত করিলে ইউরিয়া অধঃক্ষিপ্ত হয়। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ হইতে নির্জল অ্যালকোহল দ্বারা নিষ্কাশন করিয়া বিশুদ্ধ ইউরিয়া পাওয়া যায়।

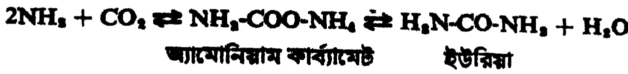


$$Cl\text{-}CO\text{-}Cl + 4NH_3 \rightarrow H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2NH_4Cl$$

কার্বনিল ক্লোরাইড ইউরিয়া

(৩) **শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি :** 200° তাপাংকে 150 বায়ু চাপে নির্জল অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাইঅক্সাইড (আণবিক অনুপাত 3:1) উত্তপ্ত করিয়া ইউরিয়া তৈয়ার হয়। প্রথম ধাপে গঠিত অ্যামোনিয়াম কার্ব্যামেট দ্বিতীয় ধাপে ইউরিয়া ও জলে বিয়োজিত হয়। বিক্রিয়া উভমুখী ; অত্যধিক অ্যামোনিয়া অ্যামোনিয়াম কার্ব্যামেটের আর্দ্র-বিশ্লেষ দমন করে (২৫শ নং চিত্র)। বিক্রিয়ার পর মিশ্রণের জলীয় দ্রবণ পাতন করিলে অ্যামোনিয়াম কার্বনেট এবং অবিকৃত অ্যামোনিয়াম কার্ব্যামেট অপসারিত হয়। কেলাসন কিংবা বিন্দু বিন্দু ছিটাইয়া (spray drying) ইউরিয়া কঠিনাকারে পাওয়া যায়। উৎপাদনের

পরিমাণ 80%. হ্যাবার পদ্ধতিতে বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন হইতে সারের কারখানায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হয়।

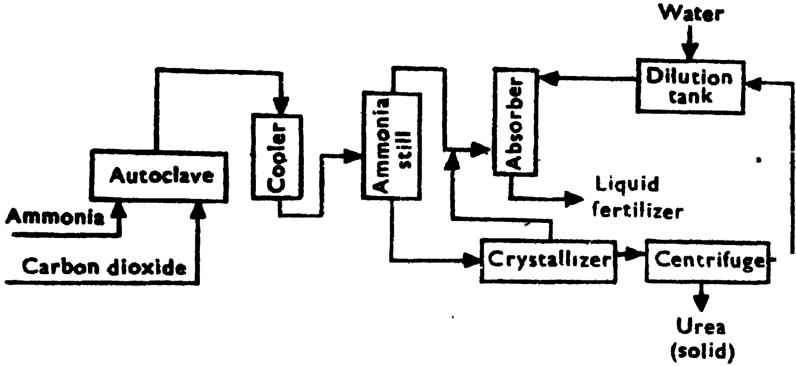


$$2NH_3 + CO_2 \rightleftharpoons NH_2\text{-}COO\text{-}NH_4 \rightleftharpoons H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যামোনিয়াম কার্বামেট ইউরিয়া



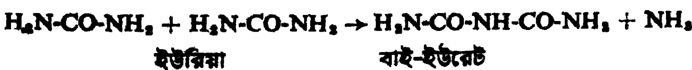
$$H_2N\text{-}COO\text{-}NH_4 + H_2O \rightleftharpoons (NH_4)_2CO_3 \rightleftharpoons 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$



২৫খ নং চিত্র। ইউরিয়া উৎপাদন, শিল্পে।

ধর্ম: ইউরিয়ার গন্ধহীন স্ফটিক (গলনাংক 133°) জলে অতি দ্রবণীয়, গরম অ্যালকোহলে দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। ইহা অতি মৃদু ক্ষার ($K_b = 1{\cdot}5\times10^{-14}$). জলীয় দ্রবণে লাল লিটমাস নীল হয় না। দুইটি অ্যামিনো গ্রুপ থাকা সত্ত্বেও ইহা একাম্লীয়। ইউরিয়া নাইট্রেট, $CO(NH_2)_2.HNO_3$, ও ইউরিয়া অকজালেট, $[CO(NH_2)_2]_2.H_2C_2O_4$, স্ফটিকাকার ও জলে অদ্রবণীয়; শোধন ও শনাক্তকরণে বিশেষ সহায়ক। ইউরিয়া অতিশয় জলাকর্ষী; বর্ষাকালে ইহার সংরক্ষণ একটি সমস্যা।

বিক্রিয়া: (১) **উত্তাপের প্রভাব:** গলনাংকের ঊর্ধ্বে ইউরিয়া হঠাৎ পুনরায় কঠিন আকার ধারণ করে; ইহা বাই-ইউরেট (গলনাংক 193°) ও অ্যামোনিয়ায় বিয়োজিত হয়। বাই-ইউরেটের লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণে এক ফোঁটা অতি লঘু কপার সালফেট দ্রবণ মিশাইলে বেগুনী রং দেখা দেয়। এই বিক্রিয়া দ্বারা ইউরিয়া শনাক্ত করা হয় কিন্তু দুই বা অধিক $\text{-}CO\text{-}NH_2$ গ্রুপ-বিশিষ্ট যে কোন যৌগ যথা অকজ্যামাইড, $H_2N\text{-}CO\text{-}CO\text{-}NH_2$, এই পরীক্ষায় সাড়া দেয়।



$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 \rightarrow H_2N\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH_2 + NH_3$$

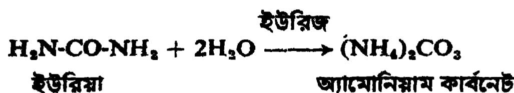
ইউরিয়া বাই-ইউরেট

(২) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** ফুটন্ত কস্টিক সোডা বা খনিজ অ্যাসিড ইউরিয়াকে দ্রুত অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত করে। বায়ুমণ্ডলের জীবাণুও মূত্রের ইউরিয়াকে এই ভাবে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। সয়াবিনের উৎসেচক (enzyme) ইউরিজ (urease)

ইউরিয়াকে অ্যামোনিয়াম কার্বনেটে রূপান্তরিত করে; এই বিক্রিয়া মাত্রিক। ইউরিয়ার মাত্রিক নিরূপণে ইহা ব্যবহৃত হয়। মাটির জীবাণুতে ইউরিজ থাকে; ইহা জমির সার ইউরিয়াকে অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে পরিণত করে।



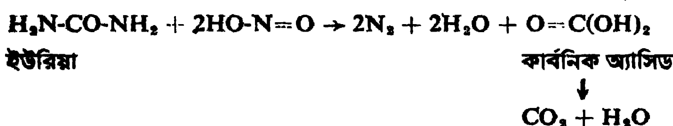
$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + 2NH_3$$



$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2H_2O \xrightarrow{\text{ইউরিজ}} (NH_4)_2CO_3$$

ইউরিয়া অ্যামোনিয়াম কার্বনেট

(৩) **নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত:** সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড ইউরিয়াকে কার্বনিক অ্যাসিড, নাইট্রোজেন ও জলে বিয়োজিত করে; কার্বনিক অ্যাসিড কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলে পরিণত হয়। নাইট্রোজেনের পরিমাণ মাত্রিক নয়। কোন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন নাইট্রাস অ্যাসিড অবাঞ্ছিত হইলে এই ভাবে অপসারিত করা চলে।



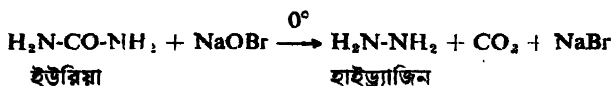
$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2HO\text{-}N{=}O \rightarrow 2N_2 + 2H_2O + O{=}C(OH)_2$$

ইউরিয়া কার্বনিক অ্যাসিড

↓

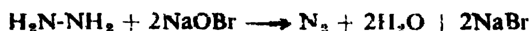
$$CO_2 + H_2O$$

(৪) **ব্রোমিন ও কস্টিক সোডার সহিত:** হফ্‌মান বিক্রিয়ায় ব্রোমিন ও কস্টিক সোডা দ্রবণ (অর্থাৎ সোডিয়াম হাইপোব্রোমাইট) শীতল ইউরিয়াকে হাইড্র্যাজিনে রূপান্তরিত করে। সাধারণ তাপাংকে অতিরিক্ত সোডিয়াম হাইপোব্রোমাইট হাইড্র্যাজিনকে নাইট্রোজেন ও জলে জারিত করে। মূত্রে ইউরিয়ার পরিমাণ নাইট্রোজেনের আয়তন মাপিয়া মোটামুটি নির্ধারণ করা হয়।



$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + NaOBr \xrightarrow{0^\circ} H_2N\text{-}NH_2 + CO_2 + NaBr$$

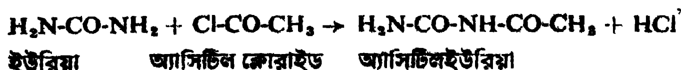
ইউরিয়া হাইড্র্যাজিন



$$H_2N\text{-}NH_2 + 2NaOBr \longrightarrow N_2 + 2H_2O + 2NaBr$$

(৫) **লবণ গঠন:** কার্বনিল গ্রুপের সহিত দুইটি অ্যামিনো গ্রুপ যুক্ত থাকায় ইউরিয়া অ্যাসিট্যামাইড, $CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2$, অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষার। জৈব ও অজৈব অ্যাসিডের সহিত ইউরিয়া (একাম্লীয় ক্ষার হিসাবে) স্থিতিশীল লবণ গঠন করে; ইহারা সাধারণতঃ জলে দ্রবণীয়; ইউরিয়া নাইট্রেট ও অকজালেট জলে অদ্রবণীয়।

(৬) **অ্যাসিটিলেশন:** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ইউরিয়ার একটি অ্যামিনো হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিটিলইউরিয়া বা ইউরাইড (ureide) গঠন করে।



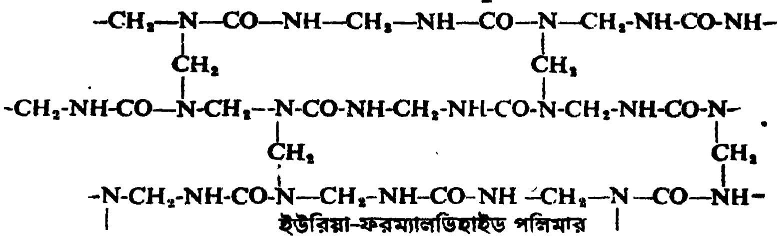
$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + Cl\text{-}CO\text{-}CH_3 \rightarrow H_2N\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH_3 + HCl$$

ইউরিয়া অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটিলইউরিয়া

(৭) **প্লাস্টিক গঠন:** ক্ষারীয় অনুঘটকের (যথা অ্যামোনিয়া) উপস্থিতিতে ইউরিয়া ও জলীয় ফরম্যালডিহাইড সংযোজিত হইয়া ডাইমিথাইলয়লইউরিয়া গঠন করে। ইহা

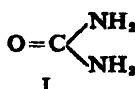
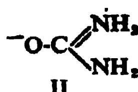
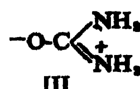
বর্ণহীন, জলে দ্রবণীয়। চাপে ও উত্তাপে ইহার অণু আরও অধিক সংখ্যায় সংযোজিত হইয়া অতি বৃহদাকার অণু গঠন করে (polymerisation)। ইহাই ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক। ইহা উত্তাপে নমনীয় কিন্তু ঠাণ্ডা করিলে কঠিনাকার ধারণ করে (thermo-setting).


$$H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2HCHO \rightarrow HO\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CH_2OH \rightarrow$$
ডাইমিথাইলয়লইউরিয়া

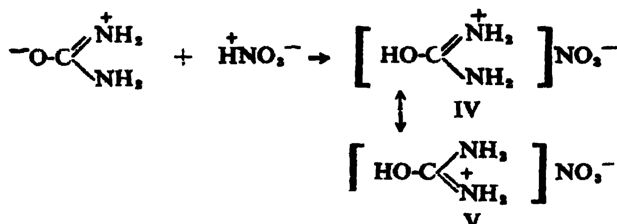


ব্যবহার: ইউরিয়ার প্রধান প্রয়োগ জমির সার হিসাবে ও ইউরিয়া-ফরম্যালডিহাইড প্লাস্টিক উৎপাদনে। কালা-জ্বরের ঔষধ ইউরিয়া স্টিব্যামিন, ঘুমের ঔষধ ভেরো-নাল প্রভৃতি ইউরিয়া হইতে প্রস্তুত হয়। নাইট্রোসেলুলোজের স্থিতিশীলতা বৃদ্ধি করিতে ইউরিয়া মিশানো হয়। রেয়ন ও সেলুফেনকে ইহা নমনীয় করে।

আণবিক গঠন: ইউরিয়ার আণবিক সংকেত CH_4N_2O. কার্বনিল ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়া হইতে ইউরিয়ার উৎপত্তি; ইহা কার্বনিক অ্যাসিডের ডাইঅ্যামাইড এবং ইহার আণবিক গঠন হওয়া উচিত $H_2N\text{-}CO\text{-}NH_2$. কিন্তু ইউরিয়া এক-আম্লীয় ক্ষার, এই গঠন যাহা ব্যাখ্যা করিতে পারে না। দ্বিতীয়তঃ ইউরিয়ায় উভয় কার্বন-নাইট্রোজেনের বন্ধন দৈর্ঘ্য 1.33 Å; ইহা C-N বন্ধন দৈর্ঘ্য (1.48 Å) অপেক্ষা কম এবং C=N বন্ধন দৈর্ঘ্য (128 Å) অপেক্ষা বেশী। কার্বন-অক্সিজেন বন্ধন দৈর্ঘ্যও (126 Å) C—O বন্ধন দৈর্ঘ্য (1·42 Å) অপেক্ষা কম এবং C=O বন্ধন দৈর্ঘ্য (1.20 Å) অপেক্ষা বেশী। অতএব ইহারা না একবন্ধ (single bond), না দ্বিবন্ধ (double bond). পূর্ণ দহনে ইউরিয়া হইতে যে উত্তাপ উৎপন্ন হয় তাহা গঠন I হইতে-হিসাব-করা অংকের চেয়ে 23 kcal/mole কম। ইহা ইউরিয়ার সংস্পন্দন শক্তি (resonance energy); এই শক্তি ইউরিয়ার স্থিতিশীলতার পরিমাপ। সংস্পন্দন মতবাদ অনুসারে ইউরিয়ার গঠন I, II এবং III-এর সংকর; ইহারা কেহই প্রকৃত গঠন নয়। এই ধারনা উপলব্ধির ব্যাপার, কাগজে আঁকিয়া তাহা ব্যক্ত করা যায় না। স্থূল উপমা: খচ্চর, ইহা গাধা ও ঘোড়ার সংকর, কিন্তু গাধাও নয়, ঘোড়াও নয়। সূক্ষ্ম উপমা: সবুজ বর্ণ, নীলের উপর হলুদ নমুনা ছাপিলে যাহা পাওয়া যায়।

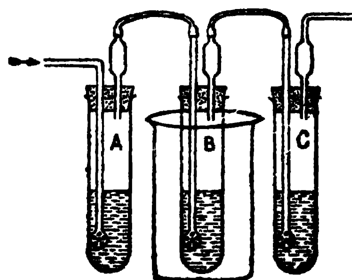
ইউরিয়ার সংকর গঠনে পোলার গঠন II এবং III-এর ভাগ যথেষ্ট কারণ ইউরিয়ার ডাইপোল মোমেন্ট অত্যধিক (4·56 D)। নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া এই রূপ :



ক্যাটায়ন IV এবং V সংস্পন্দনে স্থিতিশীল হয় বলিয়া ইহার দ্বিতীয় প্রোটন গ্রহণ প্রবণতা লোপ পায়। অতএব ইউরিয়া এক-আম্লীয় ক্ষার।

শনাক্তকরণ : (i) বাই-ইউরেট গঠন করিয়া সাধারণতঃ ইউরিয়া চিহ্নিত হয় (পৃ: ২৫৩)। (ii) গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা অকজালিক অ্যাসিডের গাঢ় জলীয় দ্রবণে ইউরিয়ার জলীয় দ্রবণ মিশাইলে অদ্রবণীয় ইউরিয়া নাইট্রেট অথবা অকজালেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। (iii) ইউরিয়ার জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম হাইপোব্রোমাইট দ্রবণ মিশাইলে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়।

মাত্রিক নিরূপণ : ইউরিজ দ্বারা ইউরিয়াকে অ্যামোনিয়াম কার্বনেটে বিয়োজিত করিয়া অ্যামোনিয়াম কার্বনেট হইতে উদ্ভূত অ্যামোনিয়া বিশোষণ করা হয়। নলের (A) জল বাতাসকে অ্যামোনিয়া-মুক্ত করে; দ্বিতীয় নলে (B) 5 cc মন্ত্র, 10 cc সয়া-



২৫গ নং চিত্র। ইউরিয়ার মাত্রিক নিরূপণ।

বিনের নির্যাস, 5 cc ফসফেট বাফার (pH 8·0) এবং কয়েক ফোঁটা প্যারাফিন অয়েল (ফেনা দমন করিতে) থাকে। ইহা বীকারে জলে (তাপাংক 50°-60°) প্রায় ডুবানো থাকে। তৃতীয় নলে (C) 25 cc হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (0·02 N) থাকে। ইউরিজ

মিশাইবার সঙ্গে সঙ্গে নলের মুখ বন্ধ করিয়া 15 মিনিট অপেক্ষা করিতে হয়। তার পর অতি ধীরে নলের ভিতর দিয়া বায়ু প্রবাহিত করিলে অ্যামোনিয়া তৃতীয় নলে বিশোষিত হয়। সংযুক্ত অ্যামোনিয়া বিমুক্ত করিতে 5 g কঠিন পটাশিয়াম কার্বনেট (B) নলে মিশানো হয়। (C) নলের অতিরিক্ত অ্যাসিড টাইট্রেট করিয়া বিশোষিত অ্যামোনিয়ার পরিমাণ হিসাব করা যায়।

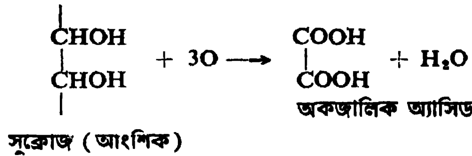
ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড : কোন যৌগে দুইটি কার্বক্সিল গ্রুপ, -COOH, থাকিলে তাহা ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড; ইহা অবশ্য দ্বিক্ষারী। সংপৃক্ত দ্বিক্ষারী অ্যালিফ্যাটিক অ্যাসিড সমগণীয় পর্যায়ভুক্ত; ইহাদের সাধারণ আণবিক সংকেত $HOOC\text{-}(CH_2)_n\text{-}COOH$. অকজালিক অ্যাসিডের, HOOC-COOH, ক্ষেত্রে $n = 0$. ইহার অব্যবহিত অনুগামী, ম্যালোনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$, এবং তারপর সাকসিনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, উভয়েই গুরুত্বপূর্ণ।

নামকরণ : প্রথম নয়টি এবং আরও কয়েকটির সাধারণ জনপ্রিয় নাম ইহাদের আদি উৎস অনুসারে হইয়াছে। যথা অকজালিক অ্যাসিড (*Oxalis acetosella*, wood sorrel, টক পালং জাতীয় শাক), সাকসিনিক অ্যাসিড (*succinum*, amber, অম্বর ফসিল), অ্যাডিপিক অ্যাসিড (*adeps*, চর্বি), ম্যালোনিক অ্যাসিড (*malum*, আপেল) ইত্যাদি। অণুতে প্রতিস্থাপিত গ্রুপের অবস্থান α, β, γ দ্বারা সূচিত হয়, যেমন α-ব্রোমো-গ্লুটারিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CHBr\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$. IUPAC পদ্ধতিতে ইহাদের নাম অ্যালকেন-ডাইয়োইক অ্যাসিড, যথা অকজালিক অ্যাসিডকে, HOOC-COOH, বলা হয় ইথেন-ডাইয়োইক অ্যাসিড, ম্যালোনিক অ্যাসিডকে, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$, প্রোপেন-ডাইয়োইক অ্যাসিড ইত্যাদি। এই সকল নাম চালু নয়। তৃতীয় পদ্ধতিতে ইহাদের নাম অ্যালকেন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, যেমন মিথেন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$, ইথেন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, ইত্যাদি।

অকজালিক অ্যাসিড, HOOC-COOH, সরেল গুল্মে (*Oxalis acetosella*) অ্যাসিড পটাশিয়াম লবণরূপে পাওয়া যায়। ইহা হরিতকী ও বীটের পাতায়ও আছে। কোন কোন উদ্ভিদ কোষে ক্যালশিয়াম অকজালেট স্ফটিকাকারে থাকে যথা ইউকেলিপটাস গাছের ছালে (20%). আমাদের মূত্রে সামান্য অকজালেট থাকে; রোগীর মূত্রে যথেষ্ট থাকিতে পারে। অর্জুন গাছের ছাল হইতে এদেশে অকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়; ইহাতে ক্যালশিয়াম অকজালেট আছে।

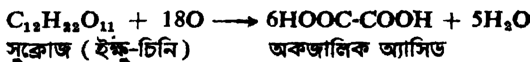
প্রস্তুত প্রণালী : (১) সুক্রোজ বা ইক্ষু-শর্করা হইতে : ধূম-কক্ষে গুঁড়া চিনি (40 g) ঈষৎ উষ্ণ, গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড (150 cc) দ্বারা জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে অকজালিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়। প্রচুর নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। বিক্রিয়ার শেষে ফুটন্ত জল-গাহে তরল মিশ্রণ গাঢ় করিয়া ঠাণ্ডা করিলে অকজালিক অ্যাসিড স্ফটিকাকারে

দেখা দেয়। উৎপাদনের পরিমাণ চিনির ওজনের প্রায় দেড় গুণ। সামান্য ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইড এই পরিমাণ বৃদ্ধি করে। সুক্রোজে একাধিক সেকেণ্ডারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ পাশাপাশি আছে—কারণে ইহারা কার্বক্সিল গ্রুপে পরিণত হয়।



$$\begin{matrix} | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \end{matrix} + 3O \longrightarrow \begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + H_2O$$

সুক্রোজ (আংশিক) অকজালিক অ্যাসিড

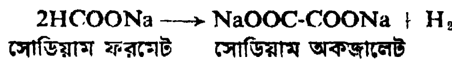


$$C_{12}H_{22}O_{11} + 18O \longrightarrow 6HOOC\text{-}COOH + 5H_2O$$

সুক্রোজ (ইক্ষু-চিনি) অকজালিক অ্যাসিড

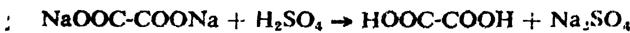
চিনির কারখানার চিটাগুড় (ইহাতে যথেষ্ট ইক্ষু-চিনি, গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ আছে) 65°-70° তাপাংকে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিয়া শিল্পে অকজালিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।

(২) **সোডিয়াম ফরমেট হইতে:** শিল্পে সোডিয়াম ফরমেট অতি দ্রুত 380°-400° তাপাংকে গরম করিয়া অধিকাংশ অকজালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয় (চাপ-পিষ্ট অবস্থায় কার্বন মনোঅক্সাইড গলানো কষ্টিক সোডার ভিতর চালিত করিয়া সোডিয়াম ফরমেট তৈয়ার হয়)। কলিচুন সোডিয়াম অকজালেটের জলীয় দ্রবণ হইতে অদ্রবণীয় ক্যালশিয়াম অকজালেট অধঃক্ষিপ্ত করে। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে মুক্ত অকজালিক অ্যাসিড ও ক্যালশিয়াম সালফেটে রূপান্তরিত করে। অকজালিক অ্যাসিডের গাঢ় জলীয় দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে বিশুদ্ধ স্ফটিক পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 80-90%.



$$2HCOONa \longrightarrow NaOOC\text{-}COONa + H_2$$

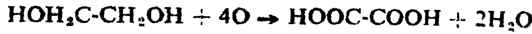
সোডিয়াম ফরমেট সোডিয়াম অকজালেট



$$NaOOC\text{-}COONa + H_2SO_4 \rightarrow HOOC\text{-}COOH + Na_2SO_4$$

(৩) **সেলুলোজ-ঘটিত দ্রব্য হইতে:** করাত কলের কাঠের গুঁড়া, অকেজো টুকরা কাঠ প্রভৃতি সেলুলোজ জাতীয় পদার্থ খোলা লোহার প্যানে গাঢ় কষ্টিক সোডাসহ (50%) 240°-285° তাপাংকে গরম করিলে সোডিয়াম অকজালেট পাওয়া যায়। সামান্য অকজালিক অ্যাসিড এই ভাবে তৈয়ার হয়; এক কালে ইহাই ছিল এক মাত্র শিল্পোৎপাদন প্রণালী। উৎপাদনের পরিমাণ 45%; কিছু ফরমিক এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিডও এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম অকজালেট গরম জল দ্বারা নিষ্কাশন করিয়া কলিচুন মিশাইলে ক্যালশিয়াম অকজালেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহা হইতে অকজালিক অ্যাসিড বিমুক্ত করে। ঘনীভূত জলীয় দ্রবণ হইতে স্ফটিকাকার অকজালিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। সেলুলোজের উপাদান গ্লুকোজ এই বিক্রিয়ায় অকজালিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়।

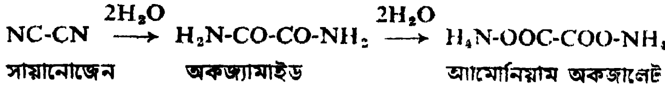
(৪) **গ্লাইকল হইতে:** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ইথিলিন গ্লাইকলকে অকজালিক অ্যাসিডে জারিত করে। ইহা কেতাবী পদ্ধতি।



$$HOH_2C\text{-}CH_2OH + 4O \rightarrow HOOC\text{-}COOH + 2H_2O$$

ইথিলিন গ্লাইকল অকজালিক অ্যাসিড

(৫) **সায়ানোজেন হইতে :** লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সায়ানোজেনকে দুই ধাপে অকজালিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



$$NC\text{-}CN \xrightarrow{2H_2O} H_2N\text{-}CO\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{2H_2O} H_4N\text{-}OOC\text{-}COO\text{-}NH_4$$

সায়ানোজেন অকজ্যামাইড অ্যামোনিয়াম অকজালেট

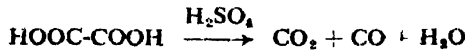
ধর্ম : অকজালিক অ্যাসিডের স্ফটিক বড় প্রিজম আকারের (গলনাংক 101°)। ইহাতে দুই অণু স্ফটিক-জল আছে। 70°-এর ঊর্ধে এই জল ধীরে ধীরে বিচ্ছিন্ন হয়। নির্জল অ্যাসিডের গলনাংক 189° (আংশিক বিয়োজনসহ)। অকজালিক অ্যাসিড জলে অল্প দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে অতি দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। অ্যাসিড এবং জলে দ্রবণীয় ধাতব অকজালেট বিষাক্ত। অকজালিক অ্যাসিড তীব্র অম্ল ($K_1 = 5.90 \times 10^{-2}$); ইহা ধাতব কার্বনেট বিয়োজিত করে এবং কোন কোন ধাতব অক্সাইডকে লবণে পরিণত করে।

বিক্রিয়া : উত্তাপের প্রভাব : অকজালিক অ্যাসিডের স্ফটিক উত্তাপে নির্জল হইয়া 110° তাপাংকে ঊর্ধপাতিত হইতে থাকে। প্রবল উত্তাপে ইহা কার্বন মনোঅক্সাইড, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত হয়।



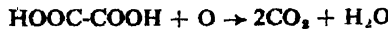
$$HOOC\text{-}COOH \rightarrow CO_2 + CO + H_2O$$

(২) **নিরুদন :** গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড 100°-তে অকজালিক অ্যাসিড হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিয়া ইহাকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও কার্বন মনোঅক্সাইডে বিয়োজিত করে।



$$HOOC\text{-}COOH \xrightarrow{H_2SO_4} CO_2 + CO + H_2O$$

(৩) **জারণ :** ঈষৎ উষ্ণ আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অকজালিক অ্যাসিডকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে জারিত করে; বিক্রিয়া দ্রুত এবং মাত্রিক। পারম্যাঙ্গানেট টাইট্রেশন দ্বারা অকজালিক অ্যাসিডের মাত্রিক নিরূপণ করা হয়।



$$HOOC\text{-}COOH + O \rightarrow 2CO_2 + H_2O$$

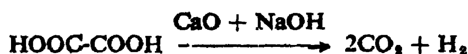
(৪) **বিজারণ :** জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) অকজালিক অ্যাসিডকে গ্লাইকলিক অ্যাসিডে বিজারিত করে। এই বিক্রিয়া অনন্য-সাধারণ; অন্য কোন অ্যাসিড এই ভাবে বিজারিত হয় না।



$$HOOC\text{-}COOH + 4H \rightarrow CH_2OH\text{-}COOH + H_2O$$

অকজালিক অ্যাসিড গ্লাইকলিক অ্যাসিড

(৫) **কার্বক্সিল গ্রুপ অপসারণ :** সোডা-চুন এবং অকজালিক অ্যাসিড (অথবা ইহার ধাতব লবণ) প্রবল উত্তাপে কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং হাইড্রোজেনে বিয়োজিত হয়।



$$HOOC\text{-}COOH \xrightarrow{CaO + NaOH} 2CO_2 + H_2$$

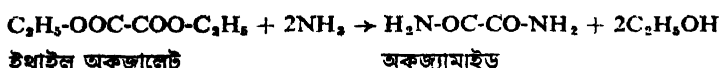
(৬) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত:** অতিরিক্ত ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ও নির্জল অকজালিক অ্যাসিড সাধারণ তাপাংকে অকজালিল ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 64°) গঠন করে।



$$HOOC\text{-}COOH + 2PCl_5 \rightarrow Cl\text{-}OC\text{-}CO\text{-}Cl + 2POCl_3 + 2HCl$$

অকজালিক অ্যাসিড অকজালিল ক্লোরাইড

(৭) **অ্যামাইড গঠন:** গাঢ় অ্যামোনিয়া এবং ইথাইল অকজালেট ঝাঁকিলে জলে অদ্রবণীয় স্ফটিকাকার অকজ্যামাইড পাওয়া যায়।



$$C_2H_5\text{-}OOC\text{-}COO\text{-}C_2H_5 + 2NH_3 \rightarrow H_2N\text{-}OC\text{-}CO\text{-}NH_2 + 2C_2H_5OH$$

ইথাইল অকজালেট অকজ্যামাইড

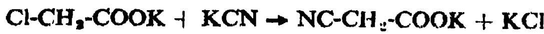
ব্যবহার: বস্ত্র রঞ্জনে ও সূতীবস্ত্র মুদ্রণে অকজালিক অ্যাসিড এবং ইহার ধাতব লবণ রাগবন্ধকর (mordant) কাজ করে। ধাতব দ্রব্য পরিষ্কারকের (metal polish) ইহা একটি উপাদান। মোটরযানের রেডিয়েটার হইতে মরিচা অপসারণে ইহা লাগে। আলোকচিত্র মুদ্রণে পটাশিয়াম ফেরাস অকজালেট আবশ্যক। পটাশিয়াম কোয়াড্রো-অকজালেট কাপড় হইতে কালির দাগ দূর করে।

আণবিক গঠন: (i) অকজালিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত $C_2H_2O_4$. (ii) ইহা দ্বিক্ষারী কারণ কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অকজালেট, $C_2Na_2O_4$, উৎপন্ন হয়। (iii) ইহাতে দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে যেহেতু ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডে অকজালিল ক্লোরাইড, $C_2O_2Cl_2$, গঠন করে এবং তৎসঙ্গে দুই অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়। অতএব ইহার আণবিক গঠন: HOOC-COOH. ইথিলিন গ্লাইকল, $HO\text{-}H_2C\text{-}CH_2\text{-}OH$, হইতে ইহার উৎপত্তি প্রমাণ করে যে কার্বন দুইটি সরাসরি যুক্ত।

শনাক্তকরণ: (i) ঈষৎ উষ্ণ আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু দ্রবণকে অকজালিক অ্যাসিড দ্রুত বিরঞ্জিত করে। (ii) অকজালেটের জলীয় দ্রবণে ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে, সাদা ক্যালশিয়াম অকজালেট অধঃক্ষিপ্ত হয়; ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবণীয়। (iii) অকজালিক অ্যাসিড বা ইহার ধাতব লবণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ গরম করিলে, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও কার্বন মনো অক্সাইড নির্গত হয়; প্রথমটি নির্মল চুন-জল ঘোলাটে করে এবং দ্বিতীয়টি নীলাভ শিখায় বায়ুতে জ্বলে। কিন্তু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে অঙ্গারে পরিণত করে না।

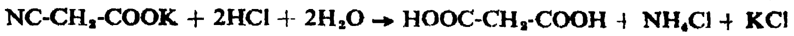
ম্যালোনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$: বীট-মূলে ক্যালশিয়াম ম্যালোনেট পাওয়া যায়। পরীক্ষাগারে ইথাইল ম্যালোনেট বিবিধ সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ক্লোরোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে:** পরীক্ষাগারে পটাশিয়াম মনোক্লোরোঅ্যাসিটেট ও জলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড গরম করিয়া পটাশিয়াম সায়ানো-অ্যাসিটেট তৈয়ার হয়। ইহাকে ফুটন্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ম্যালোনিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়। বিক্রিয়ার পর নির্জল অবশেষ হইতে ইথার দ্বারা ম্যালোনিক অ্যাসিড নিষ্কাশিত হয়। গরম জল-গাহ হইতে ইথার অপসারণ করিলে ম্যালোনিক অ্যাসিড পড়িয়া থাকে। জল বা অ্যালকোহল হইতে কেলাসনে বিশুদ্ধ অ্যাসিড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%.



$$Cl\text{-}CH_2\text{-}COOK + KCN \rightarrow NC\text{-}CH_2\text{-}COOK + KCl$$

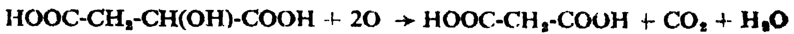
পটাশিয়াম মনোক্লোরোঅ্যাসিটেট পটাশিয়াম সায়ানোঅ্যাসিটেট



$$NC\text{-}CH_2\text{-}COOK + 2HCl + 2H_2O \rightarrow HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH + NH_4Cl + KCl$$

পটাশিয়াম সায়ানোঅ্যাসিটেট ম্যালোনিক অ্যাসিড

(২) **ম্যালিক অ্যাসিড হইতে:** পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড ম্যালিক অ্যাসিডকে ম্যালোনিক অ্যাসিডে জারিত করে। এই ভাবে ম্যালোনিক অ্যাসিড প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল।



$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + 2O \rightarrow HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH + CO_2 + H_2O$$

ম্যালিক অ্যাসিড ম্যালোনিক অ্যাসিড

ধর্ম: ম্যালোনিক অ্যাসিডের সাদা স্ফটিক (গলনাংক 135°) জল ও অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয় কিন্তু ইথারে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা অকজালিক অ্যাসিড অপেক্ষা মৃদুতর অম্ল ($K_1 = 1{\cdot}49 \times 10^{-3}$)। বেরিয়াম ও লেড ম্যালোনেট জলে অদ্রবণীয়; অ্যাসিডের মাত্রিক নিরূপণে ইহারা সহায়ক।

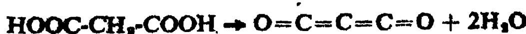
বিক্রিয়া: (১) **উত্তাপের প্রভাব:** 140°-150°-তে ম্যালোনিক অ্যাসিড হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। কোন অণুতে দুইটি কার্বক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত যুক্ত থাকিলে উত্তাপে তাহা এই ভাবে ফ্যাটি অ্যাসিডে পরিণত হয়।



$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH \rightarrow CH_3\text{-}COOH + CO_2$$

ম্যালোনিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(২) **নিরুদন:** ফসফরাস পেণ্টঅক্সাইডসহ পাতন করিলে এক অণু ম্যালোনিক অ্যাসিড হইতে দুই অণু জল বিচ্ছিন্ন হয় এবং মুক্ত-শৃংখল অ্যানহাইড্রাইড, কার্বন সাব-অক্সাইড, পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। ইহা দুর্গন্ধযুক্ত বিষাক্ত গ্যাস। *ম্যালোনিক অ্যাসিডের মুক্ত-শৃংখল অ্যানহাইড্রাইড অজ্ঞাত।



$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH \rightarrow O{=}C{=}C{=}C{=}O + 2H_2O$$

ম্যালোনিক অ্যাসিড কার্বন সাবঅক্সাইড

(৩) অ্যাসিড ক্লোরাইড গঠন: অতিরিক্ত থাইয়োনিল ক্লোরাইডসহ গরম করিলে ম্যালোনিল ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 58°/27 mm) পাওয়া যায়।

$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2SOCl_2 \rightarrow Cl\text{-}OC\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}Cl + 2HCl + 2SO_2$$

ম্যালোনিক অ্যাসিড ম্যালোনিল ক্লোরাইড

ডাই-ইথাইল ম্যালোনেট বা ম্যালোনিক এস্টার, $CH_2(COOC_2H_5)_2$, সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 199°)। সোডিয়াম ক্লোরোঅ্যাসিটেট ও জলীয় সোডিয়াম সায়ানাইড 90° তাপাংকে গরম করিলে সোডিয়াম সায়ানোঅ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডা ইহাকে সোডিয়াম ম্যালোনেটে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। নির্জল লবণের অ্যালকোহল-বেনজিন দ্রবণ ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে 25° তাপাংকে ম্যালোনিক এস্টার পাওয়া যায়। লঘু কস্টিক সোডা দ্বারা ধুইলে ইহা অ্যাসিড-মুক্ত হয়। নিম্ন চাপে পাতন করিলে বিশুদ্ধ এস্টার মিলে। ইহা শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি।

$$ClCH_2\text{-}COONa \xrightarrow{NaCN} CN\text{-}CH_2\text{-}COONa \xrightarrow[NaOH]{H_2O} NaOOC\text{-}CH_2\text{-}COONa$$

সোডিয়াম ক্লোরোঅ্যাসিটেট সোডিয়াম সায়ানোঅ্যাসিটেট সোডিয়াম ম্যালোনেট

$$\xrightarrow[H+]{C_2H_5OH} C_2H_5\text{-}OOC\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}C_2H_5$$

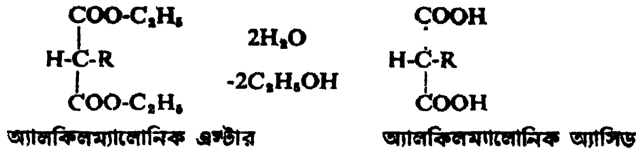
ডাই-ইথাইল ম্যালোনেট

সংশ্লেষণে ম্যালোনিক এস্টারের প্রয়োগ: ম্যালোনিক এস্টারের মিথিলিন গ্রুপ দুই ইলেকট্রন-আকর্ষী কার্বনিল গ্রুপের মাঝ খানে বলিয়া ইহার হাইড্রোজেন সক্রিয় যেমন অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারের ক্ষেত্রে। সোডিয়াম ইথোক্সাইডের বিক্রিয়ায় মিথিলিন হাইড্রোজেন দুই ধাপে সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। তার পর পছন্দমত অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা সোডিয়াম প্রতিস্থাপিত এবং আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে অনুরূপ ডাই-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড মিলে। উত্তাপে একটি কার্বক্সিল গ্রুপ হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন হয় এবং ফ্যাটি অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

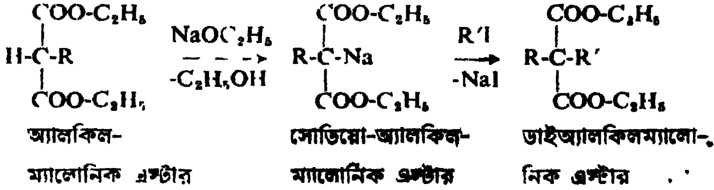
(১) প্রতিস্থাপিত ম্যালোনিক অ্যাসিড: অ্যালকোহলীয় ম্যালোনিক এস্টার ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড মনো- এবং ডাই-সোডিয়ো-ম্যালোনিক এস্টার গঠন করে। ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় অ্যালকিল হ্যালাইড সোডিয়ামকে অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া মনো- এবং ডাই-অ্যালকিলম্যালোনিক এস্টার উৎপাদন করে। আর্দ্র-বিশ্লেষে বিমুক্ত মনো- ও ডাই-অ্যালকিলম্যালোনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। অ্যালকিল গ্রুপ দুইটি অভিন্ন বা বিভিন্ন হইতে পারে।

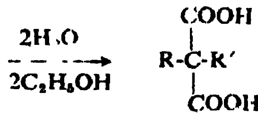
$$\begin{matrix} COO\text{-}C_2H_5 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COO\text{-}C_2H_5 \end{matrix} + NaOC_2H_5 \xrightarrow{-C_2H_5OH} \begin{matrix} COO\text{-}C_2H_5 \\ | \\ H\text{-}C\text{-}Na \\ | \\ COO\text{-}C_2H_5 \end{matrix} \xrightarrow[-NaI]{R\text{-}I}$$

ম্যালোনিক এস্টার সোডিয়ো-ম্যালোনিক এস্টার

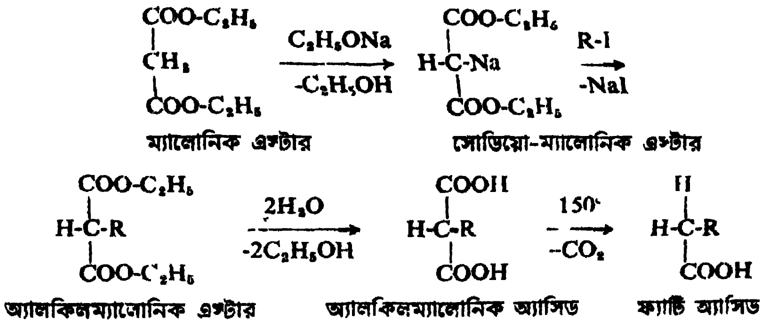


অনুরূপভাবে :

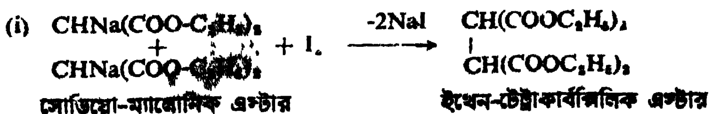


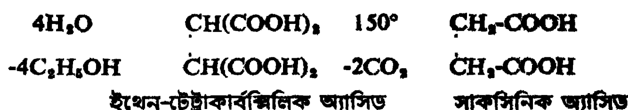


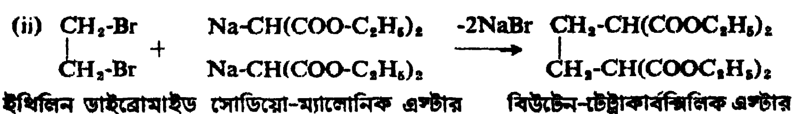
(২) ফ্যাটি অ্যাসিড : ম্যালোনিক অ্যাসিড 140°-150 তাপাংকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়; ইহার ঊর্ধতন যে কোন ফ্যাটি অ্যাসিড ম্যালোনিক এস্টার হইতে প্রস্তুত করা যায়। মিথিলিন গ্রুপের একটি হাইড্রোজেন সোডিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া নির্বাচিত অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা সোডিয়াম প্রতিস্থাপিত হয়। আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে মুক্ত দ্বিক্ষারী অ্যাসিড মিলে। 150° তাপাংকে একটি কার্বক্সিল গ্রুপ অপসারিত করিলে ফ্যাটি অ্যাসিড পাওয়া যায়।

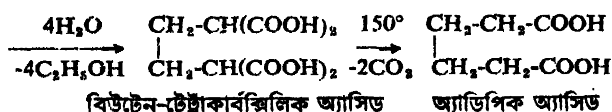


(৩) দ্বিক্ষারী অ্যাসিড : ঊর্ধতন যে কোন সমগণীয় অ্যাসিড ম্যালোনিক এস্টার হইতে তৈয়ার করা চলে, যেমন সাকসিনিক ও অ্যাডিপিক অ্যাসিড।

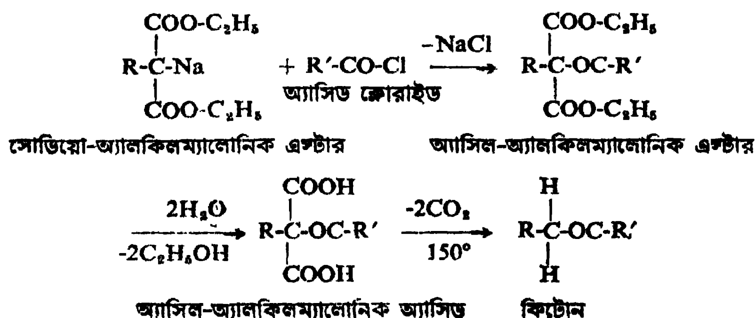






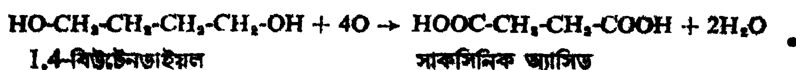


(৪) **কিটোন**: সোডিয়ো-অ্যালকিলম্যালোনিক এস্টারের সোডিয়ামকে অ্যাসিড ক্লোরাইড অ্যাসিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে। ফুটন্ত অ্যাসিটিক অ্যাসিড ইহাকে অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া পরে কিটোনে পরিণত করে। সকল বিক্রিয়া নির্জল অবস্থায় ঘটিলে কিটোনের উৎপাদন যথেষ্ট হয়।



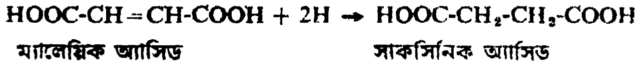
সাকসিনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$: অম্বর (পাইন গাছের রজন হইতে উদ্ভূত ফসিল) নির্জল পাতন করিয়া প্রথম সাকসিনিক অ্যাসিড প্রস্তুত হইয়াছিল (*succinum*, amber). উদ্ভিদ (যথা বৈঁচিফল, বীট, লেটুস), জীবজন্তুর মূত্র এবং লিগনাইট অঙ্গারে ইহা আছে। অম্বর পাতন করিয়া রজন প্রস্তুত হয়, সাকসিনিক অ্যাসিড ইহার উপজাত দ্রব্য।

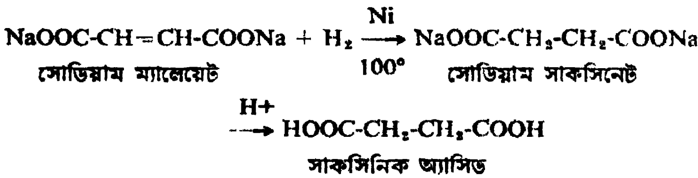
প্রস্তুত প্রণালী: (১) **1,4-বিউটেনডাইয়ল হইতে**: গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা 1,4-বিউটেনডাইয়লকে জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে সাকসিনিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। দুই প্রান্তের প্রাইমারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ জারণে কার্বক্সিল গ্রুপে পরিণত হয়।



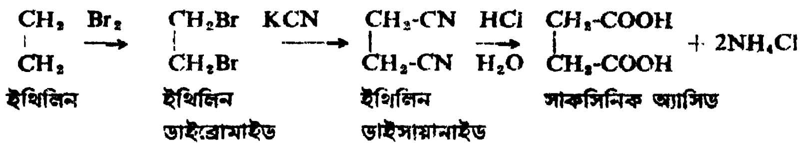
(২) **ম্যালেয়িক অ্যাসিড হইতে**: জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) ম্যালেয়িক অ্যাসিডকে সাকসিনিক অ্যাসিডে বিজারিত করে। শিল্পে

100° তাপাংকে 180 গুণ বায়ু চাপে হাইড্রোজেন র‍্যানি নিকেলের উপস্থিতিতে সোডিয়াম ম্যালেয়েটের জলীয় দ্রবণে চালিত করিয়া সোডিয়াম সাকসিনেট উৎপন্ন হয়। লবণ আম্লিক করিলে মুক্ত অ্যাসিড পাওয়া যায়।

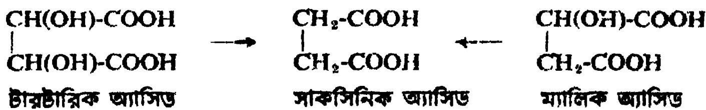




(৩) **ইথিলিন হইতে:** ইথিলিনকে সাকসিনিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা কেতাবী পদ্ধতি। অবশ্য এই সংশ্লেষণ হইতে সাকসিনিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন হয়।

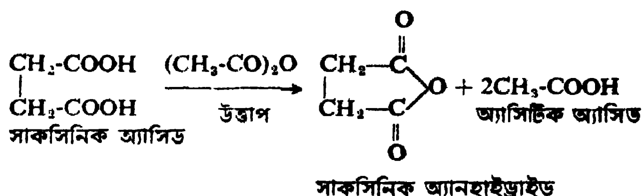


(৪) **টারটারিক বা ম্যালিক অ্যাসিড হইতে:** শিল্পে ঈস্টের সাহায্যে সন্ধান প্রক্রিয়ায় টারট্রেট বা ম্যালেট লবণ হইতে সাকসিনিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। ঈস্টের ভূমিকা এখানে বিজারকের।

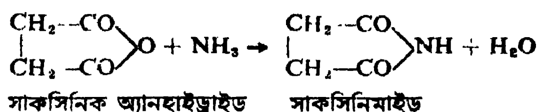


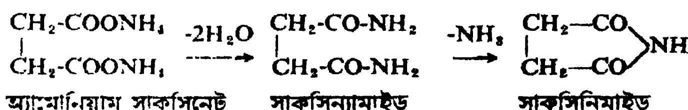
ধর্ম: সাকসিনিক অ্যাসিডের স্ফটিক (গলনাংক 185°) জল ও অ্যালকোহলে আংশিক দ্রবণীয়, ইথারে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা ম্যালোনিক অ্যাসিড অপেক্ষা মৃদুতর অম্ল ($K_1 = 6{\cdot}89 \times 10^{-5}$). সিলভার, বেরিয়াম ও ক্যালশিয়াম সাকসিনেট ছাড়া অন্য ধাতব লবণ জলে দ্রবণীয়।

বিক্রিয়া: (১) **উত্তাপের প্রভাব:** গলনাংকের উচ্চতর তাপাংকে সাকসিনিক অ্যাসিড ঊর্ধ্বপাতিত এবং ইহার কিছু অংশ সাকসিনিক অ্যানহাইড্রাইডে (গলনাংক 120°) রূপান্তরিত হয়। পাঁচ পরমাণু-বিশিষ্ট যুক্ত-শৃংখল গঠন করা অপেক্ষাকৃত সহজ বলিয়া একই অণুর দুই কার্বক্সিল গ্রুপ হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন এবং অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন হয়। অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (জল বিশোষক) ও সাকসিনিক অ্যাসিড খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কুপীতে ফুটাইলে উৎপাদনের পরিমাণ যথেষ্ট বৃদ্ধি পায়। রঞ্জন দ্রব্য উৎপাদনে সাকসিনিক অ্যানহাইড্রাইড প্রয়োজন হয়।

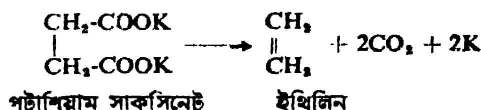


(২) **ইমাইড গঠন:** উত্তপ্ত সাকসিনিক অ্যানহাইড্রাইডের উপর দিয়া নির্জল অ্যামোনিয়া গ্যাস প্রবাহিত করিলে সাকসিনিমাইড (গলনাংক 126°) উৎপন্ন হয়। অ্যামোনিয়াম সাকসিনেট দ্রুত পাতন করিলেও সাকসিনিমাইড মিলে। ইহা জলে অতি দ্রবণীয়। দুইটি ইলেকট্রন-আকর্ষী কার্বনিল গ্রুপের মধ্যবর্তী ইমিনো গ্রুপের, -NH-, হাইড্রোজেন আম্লিক; ইহার মারকারি ও লৌহ লবণ ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।





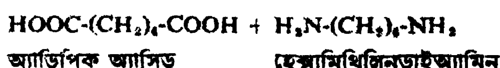
(৩) **ইথিলিন উৎপাদন:** পটাশিয়াম সাকসিনেটের গাঢ় জলীয় দ্রবণ তড়িৎ-বিশ্লেষ করিলে অ্যানোডে ইথিলিন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড পাওয়া যায়।

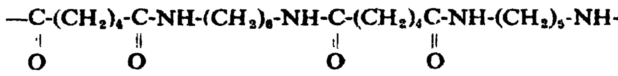


ব্যবহার: সাকসিনিক অ্যাসিডের প্রধান প্রয়োগ প্লাস্টিক উৎপাদনে; গ্লাইকল ও সাকসিনিক অ্যাসিড হইতে প্রস্তুত অ্যালকিড প্লাস্টিক উৎকৃষ্ট বৈদ্যুতিক অন্তরক (electric insulator). পেটে বাতের ঔষধ সাকসিনিক অ্যাসিড হইতে তৈয়ার হয়।

আইসোসাকসিনিক অ্যাসিড, মিথাইলম্যালোনিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH(COOH)_2$, গলনাংক 130°, সাকসিনিক অ্যাসিডের সমাবয়বী। উত্তাপে ইহা প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$, ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়।

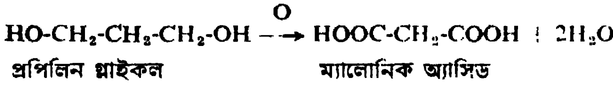
অ্যাডিপিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$, গলনাংক 150°, শিল্পে সাইক্লোহেক্সানল জারিত করিয়া তৈয়ার হয়। ইহা নাইলনের অন্যতম উপাদান, অতএব খুব গুরুত্বপূর্ণ।



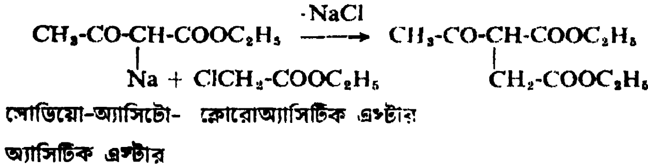


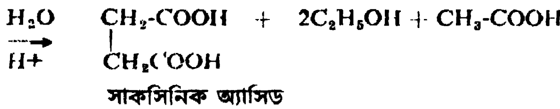
নাইলন 6,6

সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) **প্রাইমারী ডাইয়ল হইতে:** প্রাইমারী ডাইয়ল জারিত করিলে ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

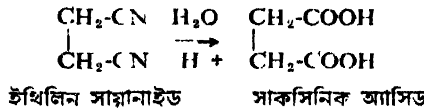


(২) **অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টার** অথবা **ম্যালোনিক এস্টার হইতে:** সোডিয়ো-অ্যাসিটো-অ্যাসিটিক এস্টার ও ক্লোরোফ্যাটি অ্যাসিডের এস্টারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড মিলে। ম্যালোনিক এস্টার হইতে অনুরূপ ভাবে উর্ধতন সমগণ (homologue) পাওয়া যায়।

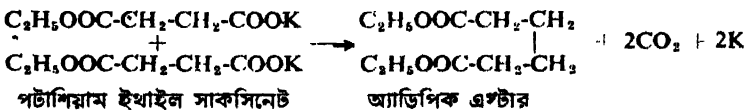




(৩) **ডাইনাইট্রাইল হইতে:** α,ω-ডাইসায়ানোঅ্যালকেন আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



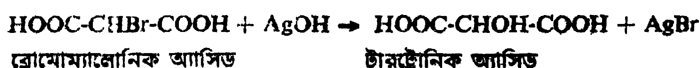
(৪) **অধস্তন ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড হইতে:** ইহাদের অ্যালকিল পটাশিয়াম লবণ অ্যালকোহল-মিশ্রিত জলে বিদ্যুৎ-বিশ্লেষ করিলে উর্ধতন অ্যাসিডের এস্টার পাওয়া যায়। মুক্ত অ্যাসিড বা ইহার পটাশিয়াম লবণ জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ-বিশ্লেষে অ্যালকিনে বিয়োজিত হয়।



সাধারণ ধর্ম: সংপৃক্ত ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড বর্ণহীন, স্ফটিকাকার; অধস্তন অ্যাসিড জলে দ্রবণীয়, কিন্তু আণবিক ওজন বৃদ্ধির সঙ্গে দ্রবণীয়তা দ্রুত হ্রাস পায়। অযুগ্ম-

কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিড ইহার পূর্ববর্তী যুগ্ম-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিড অপেক্ষা জলে অধিকতর দ্রবণীয় এবং ইহার গলনাংকও নিম্নতর। ইহারা স্টীমে উদ্বায়ী নয়। ইলেকট্রন-আকর্ষী একটি কার্বক্সিল গ্রুপ পার্শ্ববর্তী অপর কার্বক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেনকে প্রোটনরূপে নিষ্ক্রান্ত হইতে সাহায্য করে। এই কারণে অকজালিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে তীব্রতর। কিন্তু মধ্যবর্তী $-CH_2-$ গ্রুপ সংখ্যায় যত বাড়ে এই প্রভাব তত কমে। তাই সাকসিনিক অ্যাসিড ম্যালোনিক অ্যাসিড হইতে এবং ম্যালোনিক অ্যাসিড অকজালিক অ্যাসিড হইতে মৃদুতর। অকজালিক ও ম্যালোনিক অ্যাসিড প্রবল উত্তাপে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন করে কিন্তু 4-5 কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিড এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিয়া যুক্ত-শৃংখল অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। অকজালিক অ্যাসিড ছাড়া অপর কোন অ্যাসিড সাধারণতঃ জারিত হয় না। কিন্তু প্রখর পরিবেশে ইহারা অকজালিক অ্যাসিডে জারিত হয়। ডাইকার্বক্সিলিক (দ্বিক্ষারী) অ্যাসিডরূপে ইহারা যথারীতি দুই প্রকার লবণ ও এস্টার গঠন করে, আম্লিক ও প্রশম, যথা: $Na\text{-}OOC\text{-}(CH_2)_n\text{-}COOH$, ও $Na\text{-}OOC\text{-}(CH_2)_n\text{-}COONa$. ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ইহাদিগকে সরাসরি ডাই-অ্যাসিড ক্লোরাইডে, $Cl\text{-}OC\text{-}(CH_2)_n\text{-}COCl$, রূপান্তরিত করে। ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডের বিয়োজন দুই ধাপে ঘটে; প্রথম হাইড্রোজেনের বিয়োজন ধ্রুবক (dissociation constant), K_1, দ্বিতীয়টির, K_2, চেয়ে অনেক বেশী। প্রথম কার্বক্সিলেট আয়ন, COO^-, দ্বিতীয় $-COOH$ গ্রুপের বিয়োজন ইলেকট্রন-বিকর্ষণ দ্বারা অনেক খানি ব্যাহত করে।

হাইড্রক্সি-ডাই ও ট্রাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড: টারট্রোনিক অ্যাসিড বা হাইড্রক্সিম্যালোনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CHOH\text{-}COOH$, সরলতম গঠনের হাইড্রক্সিডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড। ইহা প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না; গ্লিসিরল বা টারট্যারিক অ্যাসিডকে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (কিংবা শীতল পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ) দ্বারা জারিত করিলে ইহা মিলে। ব্রোমোম্যালোনিক অ্যাসিড ও জলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইড একত্র ফুটাইলে টারট্রোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।



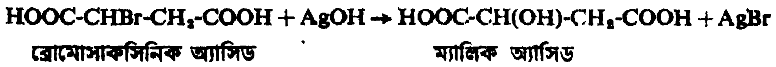
$$HOOC\text{-}CHBr\text{-}COOH + AgOH \rightarrow HOOC\text{-}CHOH\text{-}COOH + AgBr$$

ব্রোমোম্যালোনিক অ্যাসিড   টারট্রোনিক অ্যাসিড

ইহা স্ফটিকাকার (গলনাংক 160° আংশিক বিয়োজনসহ) এবং ম্যালোনিক অ্যাসিড ($K_1 = 1.49 \times 10^{-3}$) হইতে তীব্রতর অম্ল ($K_1 = 5 \times 10^{-3}$). শিল্পে বা বাণিজ্যে ইহার কোন গুরুত্ব নাই।

ম্যালিক অ্যাসিড, হাইড্রক্সি-সাকসিনিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$, বিমুক্ত অবস্থায় কাঁচা আপেল, কলা, পীচ, টমাটো ইত্যাদিতে থাকে। চেরী ফলে ইহার অ্যাসিড পটাশিয়াম লবণ এবং তামাক পাতায় অ্যাসিড ক্যালশিয়াম লবণ আছে। ম্যালিক অ্যাসিড আবিষ্কৃত হইয়াছিল আপেলে (*malum*, আপেল)।

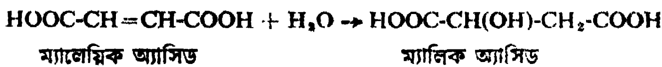
প্রস্তুত প্রণালী: (১) ব্রোমোসাকসিনিক অ্যাসিড হইতে: ব্রোমোসাকসিনিক অ্যাসিড ও জলে প্রলম্বিত অতিরিক্ত সিলভার অক্সাইড ফুটাইলে ম্যালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সিলভার ব্রোমাইড ও অবশিষ্ট সিলভার অক্সাইড পরিস্রুত করিলে অপসারিত হয়। ঘনীভূত পরিস্রুত দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে ম্যালিক অ্যাসিডের স্ফটিক দেখা দেয়।



$$HOOC\text{-}CHBr\text{-}CH_2\text{-}COOH + AgOH \rightarrow HOOC\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}COOH + AgBr$$

ব্রোমোসাকসিনিক অ্যাসিড ম্যালিক অ্যাসিড

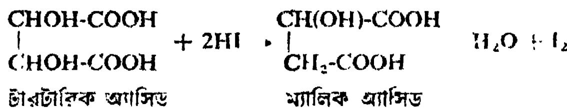
(২) ম্যালেয়িক অ্যাসিড হইতে: শিল্পে ম্যালেয়িক অ্যাসিডের (বেনজিন হইতে উৎপন্ন) দ্বিবন্ধে জল সংযোজন করিয়া ম্যালিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। 180° তাপাংকে 10-12 গুণ বায়ু চাপে ম্যালেয়িক অ্যাসিড ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (4%) চার ঘণ্টা গরম করিলে ম্যালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড অনুঘটকের কাজ করে। ক্যালশিয়াম কার্বনেট দ্বারা সালফিউরিক অ্যাসিড অপসারিত এবং পরিস্রুত দ্রবণ অতি নিম্ন চাপে ঘনীভূত করিলে ম্যালিক অ্যাসিডের স্ফটিক পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 70%; অবশিষ্ট 30% জলে অদ্রবণীয় ফিউমারিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়।



$$HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + H_2O \rightarrow HOOC\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}COOH$$

ম্যালেয়িক অ্যাসিড ম্যালিক অ্যাসিড

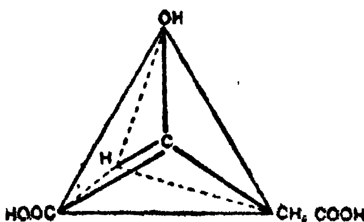
(৩) টারটারিক অ্যাসিড হইতে: হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড টারটারিক অ্যাসিডকে ম্যালিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।

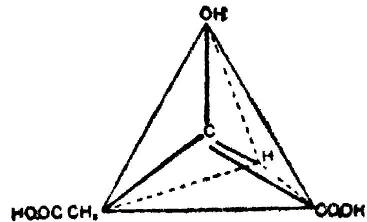


$$\begin{matrix} CHOH\text{-}COOH \\ | \\ CHOH\text{-}COOH \end{matrix} + 2HI \rightarrow \begin{matrix} CH(OH)\text{-}COOH \\ | \\ CH_2\text{-}COOH \end{matrix} + H_2O + I_2$$

টারটারিক অ্যাসিড ম্যালিক অ্যাসিড

ধর্ম: ম্যালিক অ্যাসিডের জলাকর্ষী স্ফটিক (গলনাংক 130°) জল ও অ্যালকোহলে সহজে দ্রবণীয় কিন্তু ইথারে প্রায় অদ্রবণীয়। সাকসিনিক অ্যাসিড ($K_1 = 6{\cdot}6 \times 10^{-5}$) অপেক্ষা





২৬ নং চিত্র। *d*- এবং *l*-ম্যালিক অ্যাসিড।

ইহা তীব্রতর অম্ল ($K_1 = 4{\cdot}0 \times 10^{-4}$). নিজস্ব গন্ধ দ্বারা ইহাকে শনাক্ত করা যায়। ম্যালিক অ্যাসিডে একটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু আছে; ইহা আলোক-সক্রিয়। প্রকৃতি-

জাত ম্যালিক অ্যাসিড বাম-ঘূর্ণী (l-)। কৃত্রিম অ্যাসিড আলোক-নিষ্ক্রিয় (dl-), ইহার গলনাংক 130°; ইহা জলাকর্ষী নয়। l- বা d-ম্যালিক অ্যাসিডের গলনাংক 100°। কৃত্রিম অ্যাসিড হইতে d- ও l-অ্যাসিড সিংকোনিন (ক্ষার) লবণের মাধ্যমে পৃথক করা যায়।

বিক্রিয়া: (১) **উত্তাপের প্রভাব:** 150° তাপাংকে ম্যালিক অ্যাসিড এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিয়া ফিউমারিক অ্যাসিডে পরিণত হয়। 200°-তে প্রধানতঃ ম্যালেয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়; ইহার এক অংশ ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডে (ফিউমারিক অ্যানহাইড্রাইড অজ্ঞাত) রূপান্তরিত হয়।

$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}COOH \xrightarrow[-H_2O]{150^\circ - 200^\circ} HOOC\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH$$

ম্যালিক অ্যাসিড — ফিউমারিক অ্যাসিড ও ম্যালেয়িক অ্যাসিড

$$\xrightarrow{-H_2O} \begin{matrix} CH-CO \\ \| \\ CH-CO \end{matrix} \!\!> O$$

ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড

(২) **বিজারণ:** র‍্যানি নিকেল এবং হাইড্রোজেন, অথবা ফুটন্ত হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ম্যালিক অ্যাসিডকে সাকসিনিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।

$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + 2H \rightarrow HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

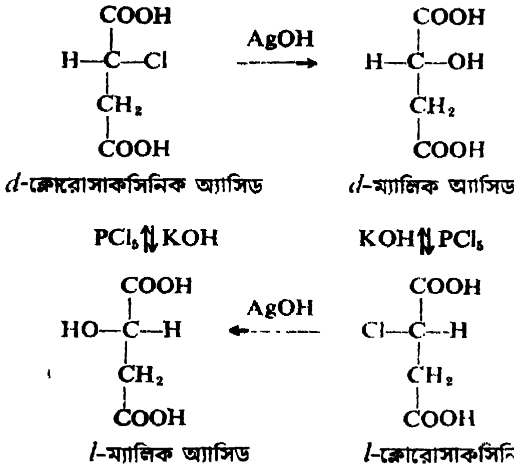
ম্যালিক অ্যাসিড — সাকসিনিক অ্যাসিড

(৩) **জারণ:** সামান্য ফেরাস সালফেট ও হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ম্যালিক অ্যাসিডকে অকজালোঅ্যাসিটিক অ্যাসিডে জারিত করে। সেকেণ্ডারী হাইড্রক্সিল গ্রুপ কিটো গ্রুপে পরিণত হয়।

$$HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + O \rightarrow HOOC\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}COOH + H_2O$$

ম্যালিক অ্যাসিড — অকজালোঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

(৪) **ভালডেন উৎক্রম** (Walden inversion): সাধারণতঃ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় আলোক-সক্রিয় পদার্থের ঘূর্ণনের কোন দিক-পরিবর্তন ঘটে না কিন্তু ম্যালিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে ভালডেন ইহার ব্যতিক্রম লক্ষ্য করেন। বাম-ঘূর্ণী ম্যালিক অ্যাসিড ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় ডান-ঘূর্ণী ক্লোরোসাকসিনিক অ্যাসিড গঠিত হয়। ইহাকে জলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইডসহ ফুটাইলে ডান-ঘূর্ণী ম্যালিক অ্যাসিড মিলে। অনুরূপ অবস্থায় ডান-ঘূর্ণী ম্যালিক অ্যাসিড় প্রথমে বাম-ঘূর্ণী ক্লোরোসাকসিনিক অ্যাসিডে ও পরে বাম-ঘূর্ণী ম্যালিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। আলোক-সক্রিয় যৌগের ঘূর্ণনের এই দিক-পরিবর্তনকে ভালডেন উৎক্রম বলে। ইহা কোন ক্ষেত্রে মাত্রিক, কোন ক্ষেত্রে আংশিক। অ্যামিনো-অ্যাসিডেও অনুরূপ দিক-পরিবর্তন লক্ষিত হইয়াছে।



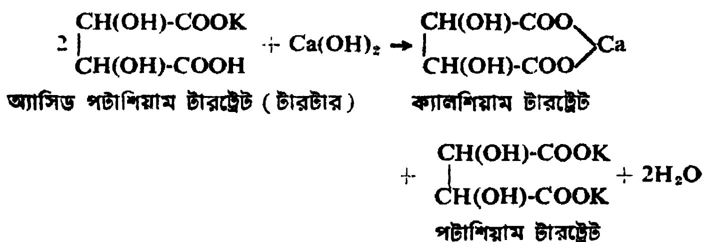
ব্যবহার: দামের জন্য ম্যালিক অ্যাসিডের ব্যবহার সীমিত। খাদ্য দ্রব্য, পানীয়, জ্যাম, জেলি প্রভৃতি সুস্বাদু ও সুগন্ধি করিতে ইহা মিশানো হয়। উচ্চ রক্তচাপের রোগীকে নুনের বদলে সোডিয়াম ম্যালেট (ইহার স্বাদ অনেকটা নুনের মত) খাইতে দেওয়া হইত।

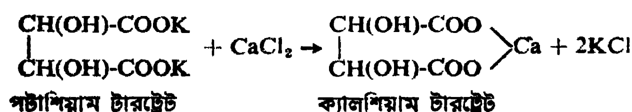
টারটারিক অ্যাসিড, HOOC-CHOH-CHOH-COOH, α,α'-ডাইহাইড্রক্সি-সাকসিনিক অ্যাসিড: ইহাতে দুইটি অপ্রতিসম কার্বন পরমাণু (মোটা অক্ষরে) আছে। সমাবয়বী টারটারিক অ্যাসিড চারটি, যথা (i) বাম-ঘূর্ণী, (ii) ডান-ঘূর্ণী, (iii) *dl*-টারটারিক অ্যাসিড বা রেসেমিক অ্যাসিড এবং (iv) মেসো-টারটারিক অ্যাসিড। একই আণবিক সংকেতের চারটি যৌগ গোড়ার দিকে যথেষ্ট বিভ্রান্তি সৃষ্টি করে; এই আপাত ধাঁধার সদুত্তর খুঁজিতে যাইয়া পাস্তুর, ভ্যান্ট হফ্ ও লা বেল জৈব রসায়নের এক গুরুত্বপূর্ণ দিগন্ত আবিষ্কার করেন।

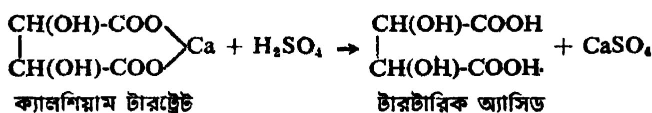
***d*-টারটারিক অ্যাসিড** তেঁতুল, আঙ্গুর, খেজুর প্রভৃতি টক ফলে মুক্ত অবস্থায় কিংবা অ্যাসিড পটাশিয়াম টারট্রেটরূপে থাকে। আঙ্গুরের রস হইতে সন্ধান প্রক্রিয়ায় মদ্য উৎপাদনের সময় অ্যাসিড পটাশিয়াম টারট্রেট (ইহা জলীয় অ্যালকোহলে অদ্রবণীয়) বাদামী সরের আকারে দেখা দেয়। ইহাকে টারটার বা আরগল বলে। ১৭৬৯ খ্রীষ্টাব্দে শীলে টারটার হইতে প্রথম টারটারিক অ্যাসিড প্রস্তুত করেন। এখনও টারটারিক অ্যাসিড কেবল আরগল হইতে উৎপন্ন হয়। বাজারের টারটারিক অ্যাসিড বাম-ঘূর্ণী।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **আরগল হইতে:** মদ্যের কারখানার চূর্ণ টারটার জলে প্রলম্বিত করিয়া তাহাতে 60° তাপাংকে কলিচুন ও ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড হিসাবমত মিশানো হয়; টারটারের অর্ধাংশ নরমাল ক্যালশিয়াম টারট্রেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং বাকী অংশ নরমাল পটাশিয়াম টারট্রেটরূপে জলে দ্রবীভূত থাকে। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড ইহাকে অদ্রবণীয় ক্যালশিয়াম টারট্রেটরূপে অধঃক্ষিপ্ত করে। উভয় অংশ একত্র করিয়া

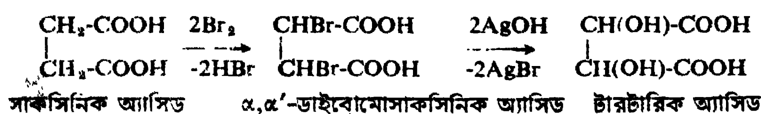
তাহাতে প্রয়োজনমত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে মুক্ত টারটারিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। পরিস্রুত দ্রবণ বায়ুশূন্য পাত্রে ঘনীভূত করিয়া স্ফটিকাকার টারটারিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।







(২) **সাকসিনিক অ্যাসিড হইতে:** লাল ফসফরাসের উপস্থিতিতে সাকসিনিক অ্যাসিড ও ব্রোমিনের বিক্রিয়ায় α,α'-ডাইব্রোমোসাকসিনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ইহাকে জলে প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইডসহ ফুটাইলে টারটারিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। সিলভার ব্রোমাইড এবং অবশিষ্ট সিলভার অক্সাইড অপসারিত করিয়া পরিস্রুত দ্রবণ ঘনীভূত করিলে টারটারিক অ্যাসিডের স্ফটিক দেখা দেয়।



ধর্ম: ডান-ঘূর্ণী টারটারিক অ্যাসিডের স্ফটিক (গলনাংক 170°; আপেক্ষিক ঘূর্ণন $+12^\circ$) জলে অতি দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে আংশিক দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। ক্ষারধর্মী ধাতুর নরমাল লবণ জলে দ্রবণীয় কিন্তু তাহাদের অ্যাসিড লবণ জলে প্রায় অদ্রবণীয়। টারটারিক অ্যাসিড এবং ইহার জলে দ্রবণীয় লবণ টোলেঁ বিকারককে সিলভারে বিজারিত করে। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের অম্লীয় অথবা ক্ষারীয় লঘু দ্রবণ ইহারা বিরঞ্জিত করে। আংশিক বিজারণে ম্যালিক অ্যাসিড পাওয়া যায়; তীব্র বিজারক (যথা উত্তপ্ত হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড) টারটারিক অ্যাসিডকে সাকসিনিক অ্যাসিডে বিজারিত করে। মৃদু জারণে টারট্রোনিক অ্যাসিড, HOOC-CH(OH)-COOH, উৎপন্ন হয় কিন্তু তীব্র জারক টারটারিক অ্যাসিডকে অকজালিক অ্যাসিডে ও পরে কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত করে। সামান্য ফেরাস সালফেট ও হাইড্রোজেন

পারঅক্সাইড টারটারিক অ্যাসিডকে ডাইহাইড্রক্সি-ফিউমারিক অ্যাসিডে, HOOC-(OH)C=C(OH)-COOH, জারিত করে। নির্জল টারটারিক অ্যাসিড পাতন করিলে পাইরুভিক অ্যাসিড, CH_3-CO-COOH, পাওয়া যায় (পৃঃ ২৪৩); অ্যাসিড পটাশিয়াম সালফেটসহ পাতনে উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

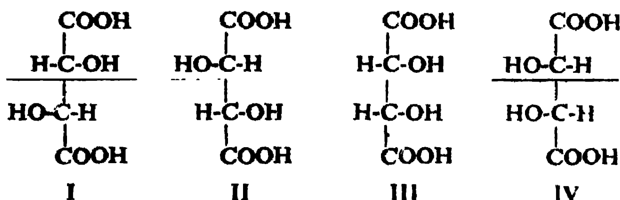
ব্যবহার: বস্ত্র রঞ্জনে টারটারিক অ্যাসিড রাগবন্ধকের (mordant) কাজ করে। সরবত ও কৃত্রিম মদ্যে ইহা মিশানো হয়। রসেল লবণ (সোডিয়াম পটাশিয়াম টারট্রেট, $C_4H_4O_6NaK.4H_2O$) মৃদু বিরেচক। ফেলিং দ্রবণ ও আয়না তৈয়ার করিতে ইহা লাগে। পাউরুটি তৈয়ারীর মশলাতে অ্যাসিড পটাশিয়াম টারট্রেট ও সোডিয়াম বাই-কার্বনেট থাকে।

বাম-ঘূর্ণী টারটারিক অ্যাসিড সুদানের কোন গাছের পাতায় ও ফলে পাওয়া যায়। আলোক-নিষ্ক্রিয় (রেসেমিক) টারটারিক অ্যাসিড হইতে ইহা প্রস্তুত হয়। আকৃতি ও প্রকৃতি ডান-ঘূর্ণী টারটারিক অ্যাসিডের অনুরূপ; কেবল ইহা বাম-ঘূর্ণী (আপেক্ষিক ঘূর্ণন, -12°)। ডান- ও বাম-ঘূর্ণী টারটারিক অ্যাসিডের লবণ সাধারণতঃ সমাকৃতি (isomorphous) কিন্তু ইহাদের স্ফটিকের গঠনগত পার্থক্য কোন বস্তু ও তাহার প্রতিবিম্বের অথবা ডান ও বাম হাতের মত। রেসেমিক অ্যাসিডের সিংকোনিন লবণ অর্থাৎ *d*-সিংকোনিন *d*-টারট্রেট ও *d*-সিংকোনিন *l*-টারট্রেট আংশিক কেলাসন দ্বারা পৃথক করা যায়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড শেষোক্ত লবণ হইতে *l*-টারটারিক অ্যাসিড বিমুক্ত করে।

রেসেমিক অ্যাসিড, *dl*-টারটারিক অ্যাসিড, $C_4H_6O_6.H_2O$, আঙ্গুরের রসে আছে; এই রস হইতে মদ্য উৎপাদন ও টারটার অপসারণের শেষ দ্রবে (mother liquor) ইহা আবিষ্কৃত হইয়াছিল (*racemus*, এক গোছা আঙ্গুর ফল)। কৃত্রিম টারটারিক অ্যাসিড আলোক-সক্রিয় নয়; ইহা হয় রেসেমিক, নয় রেসেমিক ও মেসো-টারটারিক অ্যাসিডের মিশ্রণ। ইহার ভৌত ধর্ম *d*- এবং *l*-টারটারিক অ্যাসিড হইতে স্বতন্ত্র। রেসেমিক অ্যাসিডের গলনাংক সর্বাধিক, 206°; ইহা *d*- এবং *l*-টারটারিক অ্যাসিড অপেক্ষা মৃদুতর অম্ল। অপর তিন সমাবয়বী অ্যাসিডের তুলনায় ইহা জলে অনেক কম দ্রবণীয়। ইহার স্ফটিকে এক অণু কেলাস-জল আছে কিন্তু *d*- বা *l*-টারটারিক অ্যাসিডের স্ফটিক নির্জল। ক্যালশিয়াম রেসেমেট স্ফটিকে আট অণু কেলাস-জল থাকে, কিন্তু *d*- ও *l*-অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণে থাকে চার এবং মেসো-অ্যাসিডের লবণে তিন অণু জল। *d*- এবং *l*-টারটারিক অ্যাসিডের (1:1) গাঢ় জলীয় দ্রবণ সম পরিমাণে মিশাইলে রেসেমিক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হয় কারণ ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয়। *d*-টারটারিক অ্যাসিড দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে 175° তাপাংকে গরম করিলে রেসেমিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। ইহাকে রেসেমিজেশন (racemisation) বলে। কোন যৌগে সম পরিমাণ *d*- ও *l*-গঠন থাকিলে তাহাকে রেসেমিক বলা হয়।

মেসো-টারটারিক অ্যাসিড, $C_4H_6O_6.H_2O$, প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না; ইহাও আলোক-নিষ্ক্রিয়। রেসেমিক অ্যাসিডকে *d*- এবং *l*-অ্যাসিডে বিভক্ত করা যায় কিন্তু মেসো-টারটারিক অ্যাসিডের ক্ষেত্রে তাহা অসম্ভব। ক্ষারীয়, লঘু পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ ম্যালেয়িক অ্যাসিডকে মেসো-টারটারিক অ্যাসিডে (এবং ফিউমারিক অ্যাসিডকে রেসেমিক অ্যাসিডে) জারিত করে। গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণ ও *d*-টারটারিক অ্যাসিড গরম করিলে মেসো-টারটারিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। সমাবয়বী টারটারিক অ্যাসিডের স্ফটিক বিভিন্ন আকৃতির; *d*- এবং *l*-অ্যাসিড প্রিজম আকারের, রেসেমিক অ্যাসিড রম্বাসের এবং মেসো-টারটারিক অ্যাসিড প্লেটের মত। *d*- বা *l*-অ্যাসিডের চেয়ে মেসো-অ্যাসিড জলে কম দ্রবণীয়। ইহার গলনাংক (140°) এবং বিয়োজন ধ্রুবক, K_1, নিম্নতম।

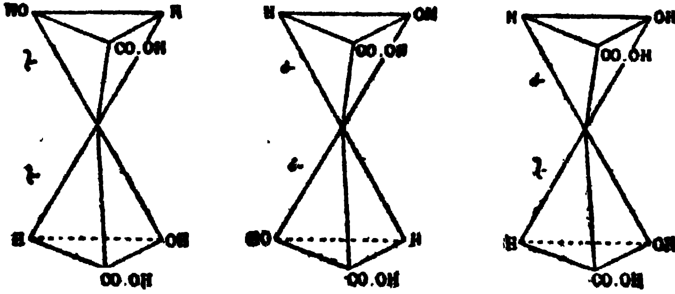
টারটারিক অ্যাসিডের সমাবয়বতা (isomerism of tartaric acids): টারটারিক অ্যাসিডের দুইটি অপ্রতিসম কার্বন অভিন্ন পরমাণু ও গ্রুপের সহিত যথা -OH, -COOH, -CH(OH)-COOH এবং H, অনুরূপ ভাবে সংযুক্ত। কাগজে-আঁকা ইহার আণবিক গঠনকে একটি সরল রেখা দ্বারা দ্বিধা বিভক্ত করিলে দেখা যায় I এবং II গঠনের উপরের অংশ নিচের অংশের আয়নায় প্রতিবিম্বের মত। ইহাদের কোন গঠনেরই প্রতিসাম্য তল (plane of symmetry) নাই অর্থাৎ একাংশ অপর অংশের উপর এমন ভাবে ভাঁজ করিয়া রাখা যায় না যাহাতে উভয় অংশ পুরাপুরি মিলিয়া যায়। I এবং II গঠনের উপরের ভাগ সমবর্তিত আলো যে দিকে ঘুরাইবে, নিচের ভাগও ঠিক সেই দিকে ঘুরাইবে। অর্থাৎ এক অংশ অপর অংশের ক্রিয়া জোরালো করে। মনে করা যাক গঠন I *d*-টারটারিক অ্যাসিডের; ইহার উপরের ও নিচের অংশ আলো ডান দিকে (ঘড়ির কাঁটার মত) ঘুরায়। তাহা হইলে গঠন II *l*-টারটারিক অ্যাসিডের; ইহার উভয় অংশ সমবর্তিত আলো বাম দিকে (অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে) ঘুরায়।



d-টারটারিক অ্যাসিড *l*-টারটারিক অ্যাসিড মেসো-টারটারিক অ্যাসিড

I এবং II গঠনের অ্যাসিড সম পরিমাণে মিশাইলে, *dl*-টারটারিক অ্যাসিড বা রেসেমিক অ্যাসিড পাওয়া যাইবে। III এবং IV গঠনের উপরের ভাগ নিচের ভাগের উপর সরল রেখা বরাবর ভাঁজ করিলে ইহারা পুরাপুরি মিলিয়া যায়। ইহাদের উপরের ভাগ নিচের ভাগের আয়নায় প্রতিবিম্ব নয়। বস্তুতঃ III-এর উপরের অংশ I-এর উপরের অংশ এবং ইহার নিচের অংশ II-এর নিচের অংশ দ্বারা গঠিত। কাজেই ইহার উপরের অর্ধেক আলো যে পরিমাণ ডান দিকে ঘুরাইবে, নিচের অর্ধেক তাহা ঠিক সেই পরিমাণ

বাম দিকে ঘুরাইবে। অর্থাৎ একে অপরের ক্রিয়া বাতিল করিয়া দিবে। নিট ফল হইবে আলোক-নিষ্ক্রিয় টারটারিক অ্যাসিড; ইহাকে আলোক-সক্রিয় অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা যায় না কারণ এই পরিস্থিতি রেসেমিক অ্যাসিডের মত বাহ্যিক নয়, আভ্যন্তরীণ



২৭ নং চিত্র। টারটারিক অ্যাসিডের ত্রিমাত্রিক গঠন।

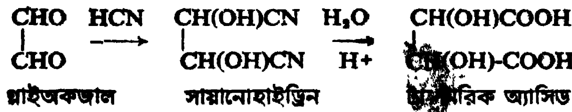
(built-in). এই প্রকৃতিদত্ত গঠনের হেরফের করা মানুষের সাধ্যাতীত। বস্তুতঃ এবং IV অভিন্ন এবং উভয়েই মেসো-টারটারিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন।

টারটারিক অ্যাসিডের ভৌত তথ্য

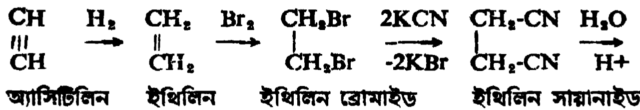
টারটারিক অ্যাসিড	*d*-	*l*-	মেসো-	রেসেমিক
গলনাংক °C (নির্জল)	170	170	140	206
আঃ গুঃ	1.760	1.760	1.666	1.788
আঃ ঘূর্ণন, $[\alpha]_D$	+12°	-12	0°	0°
জলে দ্রবণীয়তা (g/100g জল, 20°)	139	139	125	20.6
স্ফটিকের গঠন	প্রিজম	প্রিজম	প্লেট	রম্বাস
আয়নন ধ্রুবক, $K_1 \times 10^3$	1.3	1.3	0.6	1.02
ক্যালশিয়াম লবণে স্ফটিক-জল (অণুর সংখ্যা)	4	4	3	8

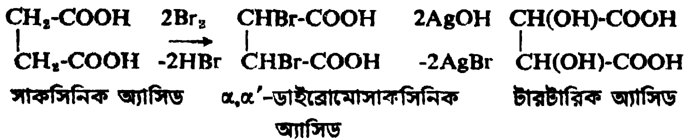
শনাক্তকরণ: (i) প্রবল উত্তাপে টারটারিক অ্যাসিড বাদামী দেখায়; পরে পুড়িয়া অঙ্গার হয়; পোড়া চিনির গন্ধ পাওয়া যায়। (ii) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও টারটারিক অ্যাসিড সামান্য গরম করিলে কার্বন মনোঅক্সাইড, সালফার ডাইঅক্সাইড ও অঙ্গার পাওয়া যায়। প্রথম গ্যাসটি নীলাভ শিখায় জ্বলে, দ্বিতীয়টির গন্ধ অতিশয় ঝাঁঝালো। (iii) টোলীঁ বিকারক ও ধাতব টারট্রেটের প্রশমিত দ্রবণ গরম করিলে চকচকে ধাতব সিলভার দেখা দেয়। (iv) ধাতব টারট্রেটের দ্রবণে ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে, সাদা ক্যালশিয়াম টারট্রেট অধঃক্ষিপ্ত হয়; ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে দ্রবণীয়।

সংশ্লেষণ : (i) **গ্লাইঅক্সাল হইতে :**

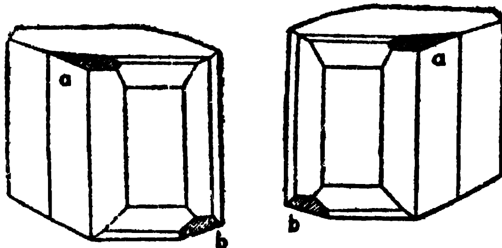


(ii) **অ্যাসিটিলিন হইতে :**





রেসেমিক যৌগের বিভক্তকরণ (resolution of racemic compounds): কৃত্রিম জৈব যৌগের অণুতে অপ্রতিসম কার্বন থাকিলেও তাহা আলোক-নিষ্ক্রিয় হয় কারণ সংশ্লেষণে *d*- এবং *l*-যৌগ সম পরিমাণে উৎপন্ন হয়। কোন রেসেমিক যৌগকে *d*- এবং *l*-যৌগে তিন উপায়ে পৃথক করা চলে। (i) **যান্ত্রিক পদ্ধতি** (mechanical method): সোডিয়াম অ্যামোনিয়াম রেসেমেটের, $Na(NH_4)C_4H_4O_6.2H_2O$, স্ফটিক সমূহ সর্বতোভাবে অনুরূপ আকৃতির নয়; ইহা দুইয়ের মিশ্রণ, একে অপরের প্রতিবিম্ব। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে এই পার্থক্য দৃষ্টিগোচর হয়। লুই পাস্তুর অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নিচে ইহাদের স্ফটিক রাখিয়া চিমটার সাহায্যে আকৃতি অনুযায়ী দুই ভাগে বিভক্ত করিয়া দেখিলেন এক ভাগ বাম-ঘূর্ণী, অপর ভাগ ডান-ঘূর্ণী। ইহা ধৈর্য ও শ্রমসাপেক্ষ। *d*- এবং *l*-যৌগ যুগ্ম-স্ফটিক গঠন করিলে এই পদ্ধতি অচল।



২৭ক নং চিত্র। *d*- এবং *l*-সোডিয়াম অ্যামোনিয়াম রেসেমেটের স্ফটিক।

(ii) **রাসায়নিক পদ্ধতি :** রেসেমিক যৌগ এবং আলোক-সক্রিয় কোন যৌগের বিক্রিয়ায় যে দুইটি নূতন যৌগের উৎপত্তি হয় তাহাদের একের ত্রিমাত্রিক গঠন অন্যের প্রতিবিম্ব নয়। অতএব তাহাদের ভৌত ধর্ম যেমন দ্রবণীয়তা, স্ফুটনাংক, গলনাংক প্রভৃতি বিভিন্ন।

সাধারণ পদ্ধতিতে ইহাদিগকে পৃথক করা সম্ভব। দৃষ্টান্ত: রেসেমিক অ্যাসিড ও *d*-সিংকোনিন (ইহা ক্ষারীয়) হইতে উৎপন্ন *d*-সিংকোনিন *d*-টারট্রেট *d*-সিংকোনিন *l*-টারট্রেট অপেক্ষা জলে অল্পতর দ্রবণীয়। আংশিক কেলাসনে ইহাদিগকে পৃথক করা যায়। কেলাসিত যৌগের আপেক্ষিক ঘূর্ণন স্থির না হওয়া পর্যন্ত আংশিক কেলাসন চলিতে থাকে। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড পৃথকীকৃত সিংকোনিন লবণ হইতে *d*- ও *l*-টারটারিক অ্যাসিড যথারীতি বিমুক্ত করে।

(iii) **বাইয়োকেমিক্যাল পদ্ধতি**: কোন কোন জীবাণু রেসেমিক যৌগের মাত্র এক ভাগ (*d*- অথবা *l*-) হজম করিতে পারে, অপর ভাগ অপরিবর্তিত রহে। পেনিসিলিয়াম গ্লউকাম (এক প্রকার সবুজ ছত্রাক, mould) অ্যামোনিয়াম রেসেমেটের সহিত মিশাইলে ইহা *d*-অ্যামোনিয়াম টারট্রেট খায়, *l*-অ্যামোনিয়াম টারট্রেট পড়িয়া থাকে। জীবাণুর পুষ্টিকর অপরিহার্য খাদ্য যোগ করা আবশ্যক। এই পদ্ধতির গতি মন্থর, *d*- বা *l*-যৌগের মাত্র একটি পাওয়া যায়।

সাইট্রিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}C(OH)(COOH)\text{-}CH_2\text{-}COOH$, মুক্ত অবস্থায় লেবু, টমাটো, কমলা, আনারস প্রভৃতি টক ফলে আছে। যথেষ্ট সাইট্রেট গো-দুগ্ধে এবং সামান্য পরিমাণে আমাদের রক্তে আছে। প্রতিদিন আমাদের প্রস্রাবের সহিত প্রায় 0.5 g সাইট্রেট নির্গত হয়। মানব দেহে চর্বি, প্রোটিন ও শর্করা জাতীয় খাদ্যের হজম প্রক্রিয়ার চক্রে সাইট্রিক অ্যাসিড একটি অন্তর্বর্তী ধাপ। শীলে লেবুর রস হইতে প্রথম সাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ার করেন। দীর্ঘ কাল ইহাই সাইট্রিক অ্যাসিডের একমাত্র উৎস ছিল। এখন শর্করা জাতীয় পদার্থ হইতে অধিকাংশ সাইট্রিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **সাইট্রাস ফল হইতে**: খোসা-ছাড়ানো কাঁচা লেবুর পাতলা ফালি রোলারে পিষিয়া রস বাহির করা হয়। ইহাতে 6-8% সাইট্রিক অ্যাসিড থাকে। ঈস্ট দ্বারা সন্ধান প্রক্রিয়ায় রসের শর্করা অপসারিত করিয়া পরিস্রুত দ্রবণে 60° তাপাংকে কলিচুন মিশানো হয়। অধঃক্ষিপ্ত ক্যালশিয়াম সাইট্রেট গরম জলে ধুইয়া প্রয়োজন মত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে মুক্ত সাইট্রিক অ্যাসিড মিলে। পরিস্রুত দ্রবণ সক্রিয় কাঠকয়লা দ্বারা বিরঞ্জিত করিয়া বায়ুশূন্য পাত্রে ঘনীভূত করিলে অ্যাসিডের স্ফটিক পাওয়া যায়।

(২) **শর্করা হইতে**: বীট-চিনির কারখানার চিটাগুড় (ইহাতে 15-20% শর্করা থাকে) হইতে সাইট্রিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। ইহা জীবাণু-মুক্ত (sterilised) না করিলে সন্ধান প্রক্রিয়া সঠিক পথে চলে না। অ্যালুমিনিয়ামের অগভীর পাত্রে শর্করা দ্রবণ (10-20%) লইয়া তাহাতে আসপারজিলাস নাইজার (*Aspergillus niger*) নামক কালো ছত্রাক মিশানো হয়। তরলের উপর দিয়া 25°-35° তাপাংকে 7-10 দিন অবিরাম ধীরে ধীরে বায়ু প্রবাহিত করা হয়। দ্রবণের অম্লতা pH 3.0-4.5 থাকা চাই। অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট, ডাইপটাশিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট, ম্যাগনেশিয়াম

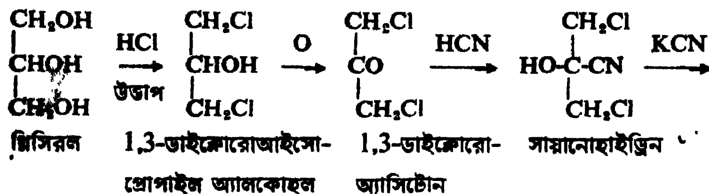
সালফেট প্রভৃতি জীবাণুর পুষ্টির জন্য মিশানো হয়। বিক্রিয়ার পর জলীয় দ্রবণ ঘনীভূত করিলে সাইট্রিক অ্যাসিডের স্ফটিক পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 60%.

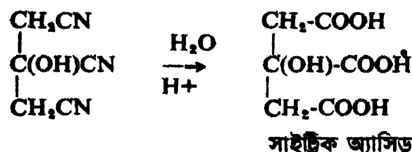


$$C_{12}H_{22}O_{11} + 3O_2 \rightarrow 2C_6H_8O_7 + 3H_2O$$

সুক্রোজ (চিটাগুড়ের) সাইট্রিক অ্যাসিড

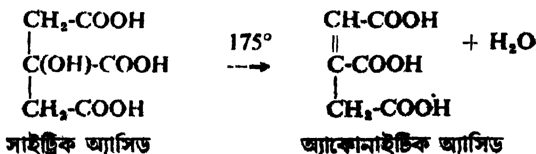
(৩) গ্লিসিরল হইতে :



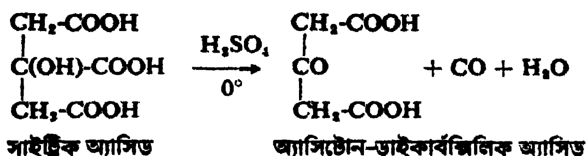


ধর্ম : সাইট্রিক অ্যাসিডের রম্বিক স্ফটিকে এক অণু জল থাকে (গলনাংক 100°, নির্জল অ্যাসিডের 153°). জলীয় দ্রবণ 36.6°-এর ঊর্ধ্বে থাকিলে নির্জল স্ফটিক মিলে। ইহা জলে অতি দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে আংশিক দ্রবণীয় এবং ইথারে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা মাঝামাঝি তীব্র অম্ল ($K_1 = 8.2 \times 10^{-4}$)। (ক্যালশিয়াম সাইট্রেট ঠাণ্ডা জলে দ্রবণীয় কিন্তু ফুটন্ত জলে অদ্রবণীয়; এই অস্বাভাবিক ধর্ম সাইট্রিক অ্যাসিডের শনাক্ত-করণে সহায়ক। টারটারিক অ্যাসিডকে সাইট্রিক অ্যাসিড বলিয়া ভুল করিলে এই পরীক্ষায় ধরা পড়ে।)

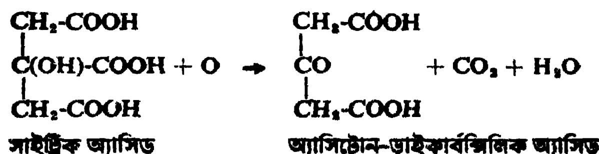
বিক্রিয়া : (১) **উত্তাপের প্রভাব :** 175° তাপাংকে এক অণু সাইট্রিক অ্যাসিড হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন হইয়া অ্যাকোনাইটিক অ্যাসিড গঠিত হয় (এই পরিবর্তন আংশিক)। ইহা β-হাইড্রক্সি-অ্যাসিডের বৈশিষ্ট্য।



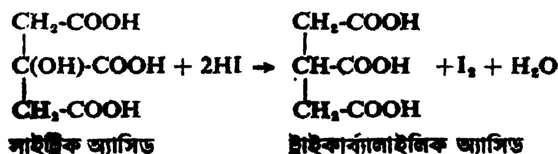
(২) **সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত :** শীতল ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড সাইট্রিক অ্যাসিডকে অ্যাসিটোন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, কার্বন মনোক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে। ইহা α-হাইড্রক্সি-অ্যাসিডের ধর্ম। সাইট্রিক অ্যাসিডের অণুতে হাইড্রক্সিল গ্রুপের অবস্থান এক কার্বক্সিলের α- এবং অপর দুই কার্বক্সিলের β-; অতএব উভয় প্রকার বিক্রিয়া ঘটে।



(৩) জারণ: অনধিক 35° তাপাংকে আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট সাইট্রিক অ্যাসিডকে অ্যাসিটোন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত করে। উচ্চতর তাপাংকে অকজালিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে সরাসরি অকজালিক অ্যাসিডে জারিত করে।



(৪) বিজারণ: হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড অথবা হাইড্রোজেন এবং অনুঘটক সাইট্রিক অ্যাসিডকে ট্রাইকার্ব্যালাইলিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।

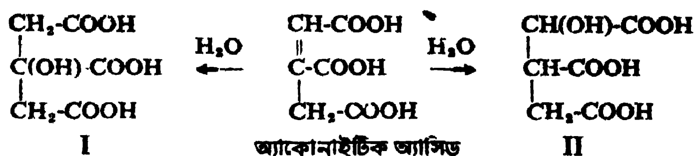


ব্যবহার: সাইট্রিক অ্যাসিডের প্রধান প্রয়োগ জ্যাম, জেলি, সরবত, সিরাপ, লিমোনেড ইত্যাদি সুস্বাদু করিতে। সূতীবস্ত্র ছাপার কাজে ইহা রাগবন্ধক। পটাশিয়াম, ম্যাগনেশিয়াম ও আয়রন সাইট্রেট আমাদের ঔষধ। ধাতব দ্রব্য পালিশের অন্যতম উপাদান সাইট্রিক অ্যাসিড।

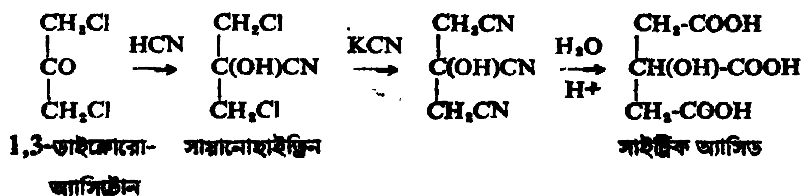
শনাক্তকরণ: (i) সাইট্রিক অ্যাসিড অথবা ধাতব সাইট্রেট গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ ঈষৎ গরম করিলে কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়। মিশ্রণ হলুদ দেখায় কিন্তু অ্যাসিড অঙ্গারে পরিণত হয় না। (ii) প্রশমিত গাঢ় সাইট্রেট দ্রবণে ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে সাধারণ তাপাংকে কোন অধঃক্ষেপ দেখা দেয় না। কিন্তু মিশ্রণ ফুটাইলে সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়। (iii) সাইট্রিক অ্যাসিড টোলেঁ বিকারককে বিজারিত করে না (কিন্তু টারটারিক অ্যাসিড করে)। (iv) প্রশম দ্রবণে সোডিয়াম নাইট্রোপ্রুসাইড মিশাইলে ইহা লাল হয়; মিশ্রণে অ্যাসিটিক অ্যাসিড যোগ করিলে বেগুনী দেখায়।

আণবিক গঠন: (i) সাইট্রিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত $C_6H_8O_7$. (ii) ইহা ত্রিক্ষারী, কারণ মনো-, ডাই- ও ট্রাই-সোডিয়াম সাইট্রেট জানা আছে। (iii) সাইট্রিক অ্যাসিডের ট্রাই-ইথাইল এস্টার অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের সহিত মনো-অ্যাসিটিল যৌগ গঠন

করে। অতএব ইহাতে একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ রহিয়াছে। সাইট্রিক অ্যাসিড অ্যাসিটোন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডে জারিত হয়। সুতরাং হাইড্রক্সিল গ্রুপটি সেকেণ্ডারী। (iv) প্রবল উত্তাপে সাইট্রিক অ্যাসিড হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিচ্ছিন্ন হয় না, অতএব ইহার দুইটি কার্বক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত যুক্ত নয়। (v) 175° তাপাংকে সাইট্রিক অ্যাসিড অ্যাকোনাইটিক অ্যাসিডে এবং জলে বিয়োজিত হয়। কাজেই সাইট্রিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত I অথবা II.



(vi) গ্লিসিরল হইতে সাইট্রিক অ্যাসিডের সংশ্লেষণ (ইহার অন্তর্বর্তী ধাপ 1,3-ডাই-ক্লোরোঅ্যাসিটোন সায়ানোহাইড্রিন, $ClH_2C\text{-}C(OH)CN\text{-}CH_2Cl$) প্রমাণ করে যে সাইট্রিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন I. গঠন II আইসোসাইট্রিক অ্যাসিডের; ইহা কালো জামে পাওয়া যায়। 1,3-ডাইক্লোরোঅ্যাসিটোনকে সাইট্রিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করিয়াও গঠন I প্রমাণিত হইয়াছে।



প্রশ্নমালা

১। ইউরিয়ার শিল্পোৎপাদন সংক্ষেপে বর্ণনা কর। ইহার মুখ্য ব্যবহার কি? (i) নাইট্রাস অ্যাসিড, (ii) ক্ষারীয় হাইপোব্রোমাইট ও (iii) উত্তপ্ত জলীয় কস্টিক সোডার সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। ইউরিয়ার আণবিক গঠন আলোচনা কর। কোন্ কোন্ তথ্যের উপর ইহা প্রতিষ্ঠিত? ইউরিয়ার মাত্রিক নিরূপণের পদ্ধতি কি?

৩। ইথাইল ম্যালোনেট কি ভাবে পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হয়? ইহার সাংশ্লেষণিক ব্যবহারের উদাহরণ দাও।

৪। শিল্পে অকজালিক অ্যাসিড কি উপায়ে তৈয়ার হয়? ইহার প্রধান প্রয়োগ উল্লেখ কর। অকজালিক অ্যাসিডকে ফরমিক অ্যাসিডে, ফরমিক অ্যাসিডকে অকজালিক অ্যাসিডে, অকজালিক অ্যাসিডকে অকজালিল ক্লোরাইডে এবং সায়ানোজেনকে অকজালিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করিবার উপায় কি?

৫। ইথিলিন হইতে সাকসিনিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিবার ধাপগুলি কি? প্রবল উত্তাপে সাকসিনিক অ্যাসিডের কি পরিবর্তন ঘটে?

৬। সাইট্রিক অ্যাসিডের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। ইহার শিল্পোৎপাদন পদ্ধতির একটি লিখ।

৭। টারটারিক অ্যাসিডের সমাবয়বতা আলোচনা কর। রেসেমিক যৌগ হইতে ইহার আলোক-সক্রিয় উপাদান দুইটি কি ভাবে পৃথক করা যায়?

৮। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) আলোক-সক্রিয় সমাবয়বতা, (ii) মেসো-যৌগ, এবং (iii) নাইট্রোইথেন ও ইথাইল নাইট্রাইটের সমাবয়বতা।

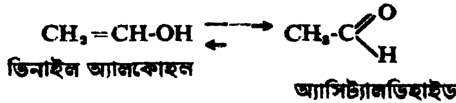
৯। কোন যৌগের C = 20.0%, H = 6.7% এবং N = 46.6%. 20 g জলে ইহার 0.25 g দ্রবীভূত করিলে দ্রবণের হিমাংক পাওয়া যায় -0.39° জলের আণবিক অবনমন ধ্রুবক (molecular depression constant) 18.6. যৌগের আণবিক সংকেত কি?

১০। সাকসিনিক, ম্যালিক ও টারটারিক অ্যাসিডের পারস্পরিক সম্পর্ক কি? কি ভাবে একটিকে অন্যটিতে রূপান্তরিত করিবে?

ত্রয়োদশ অধ্যায়

অসংপৃক্ত অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও অ্যাসিড

অসংপৃক্ত অ্যালকোহল: কোন অ্যালকিন অথবা অ্যালকাইন অণুর হাইড্রোজেন পরমাণু হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অসংপৃক্ত অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। ভিনাইল অ্যালকোহল, $CH_2=CH\text{-}OH$, সরলতম আণবিক গঠনের অসংপৃক্ত অ্যাল-কোহল; মুক্ত অবস্থায় ইহা অজ্ঞাত। পলিভিনাইল অ্যালকোহল স্থিতিশীল, অনিয়তাকার (amorphous) সাদা চূর্ণ। ভিনাইল ক্লোরাইড, $CH_2=CHCl$, এবং ভিনাইল অ্যাসিটেট, $CH_3\text{-}COO\text{-}CH=CH_2$, হইতে যথাক্রমে পলিভিনাইল ক্লোরাইড, P.V.C. এবং পলিভিনাইল অ্যাসিটেট, P.V.A. প্লাস্টিক তৈয়ার হয়। ভিনাইল ইথার $H_2C=CH\text{-}O\text{-}R$, মোটামুটি স্থিতিশীল ও সক্রিয়; $150°\text{-}180°$ তাপাংকে কস্টিক পটাশের উপস্থিতিতে অ্যাসিটিলিন ও অ্যালকোহল সংযোজন করিলে ইহা পাওয়া যায়: $CH\equiv CH + ROH \rightarrow H_2C=CH\text{-}O\text{-}R$. পলিভিনাইল মিথাইল ইথার চটচটে ঘন তরল, বাণিজ্যে আঠা হিসাবে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। ভিনাইল অ্যালকোহল ও সমাবয়বী অ্যাসিট্যালডিহাইড কিটো-ইনল টটোমাররূপে সহ-অবস্থান করে। মিশ্রণের অধিকাংশ অ্যাসিট্যালডিহাইড।

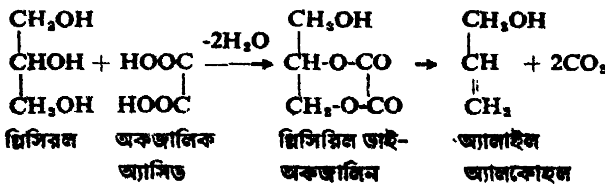


$$CH_2=CH\text{-}OH \rightleftharpoons CH_3\text{-}C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{smallmatrix}$$

ভিনাইল অ্যালকোহল — অ্যাসিট্যালডিহাইড

অ্যালাইল অ্যালকোহল, $CH_2=CH\text{-}CH_2OH$, অশোধিত উড স্পিরিট (মিথাইল অ্যালকোহল) ও রসুনের নির্যাসে পাওয়া যায়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **গ্লিসিরল হইতে:** $260°$-তে অকজালিক (অথবা ফরমিক) অ্যাসিড ও অতিরিক্ত গ্লিসিরল গরম করিয়া অ্যালাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। সামান্য অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি করে। পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যালাইল অ্যালকোহল মিলে। অতিরিক্ত অকজালিক অ্যাসিড থাকিলে ফরমিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

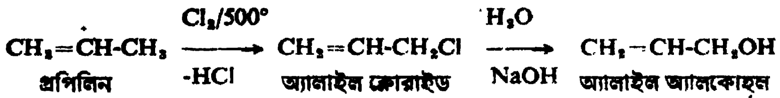


$$\begin{matrix}CH_2OH & & & & CH_2OH & & CH_2OH & \\ | & & & & | & & | & \\ CHOH & + & HOOC & \xrightarrow{-2H_2O} & CH\text{-}O\text{-}CO & \rightarrow & CH & + 2CO_2\\ | & & | & & | \quad\quad | & & \| & \\ CH_2OH & & HOOC & & CH_2\text{-}O\text{-}CO & & CH_2 & \end{matrix}$$

গ্লিসিরল — অকজালিক অ্যাসিড — গ্লিসিরিল ডাই-অকজালিন — অ্যালাইল অ্যালকোহল

(২) **প্রপিলিন হইতে:** পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের উপজাত প্রপিলিন হইতে অ্যালাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। $500°$-তে প্রপিলিন গ্যাস ও ক্লোরিন হইতে অ্যালাইল ক্লোরাইড

উৎপন্ন হয় (ক্লোরিন উচ্চ তাপাংকে দ্বিবন্ধে সংযোজিত হয় না)। লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ (5%) দ্বারা অ্যালাইল ক্লোরাইডকে 150° তাপাংকে 14 গুণ বায়ু চাপে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে অ্যালাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়।



$$\underset{\text{প্রপিলিন}}{CH_2{=}CH\text{-}CH_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2/500^\circ} \underset{\text{অ্যালাইল ক্লোরাইড}}{CH_2{=}CH\text{-}CH_2Cl} \xrightarrow[NaOH]{H_2O} \underset{\text{অ্যালাইল অ্যালকোহল}}{CH_2{=}CH\text{-}CH_2OH}$$

ধর্ম : অ্যালাইল অ্যালকোহল জল অপেক্ষা লঘুতর (আঃ গুঃ 0.852) সহজ-প্রবাহী তরল (স্ফুটনাংক 97°); গন্ধ ঝাঁঝালো, স্বাদ প্রদাহী। জল, অ্যালকোহল ও ইথারের সহিত ইহা সকল অনুপাতে মিশে। ইহার অ্যালকিন অংশ ($CH_2{=}CH$-) প্ল্যাটিনামের উপস্থিতিতে যথারীতি হাইড্রোজেন যোগ করে; অ্যালাইল অ্যালকোহল নরমাল প্রোপাইল অ্যালকোহলে, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$, পরিণত হয়। ইহা ক্লোরিন (বা ব্রোমিনের) সঙ্গে সংযোজন যৌগ গঠন করে যথা : 2,3-ডাইক্লোরোপ্রোপাইল অ্যালকোহল, $ClH_2C\text{-}CHCl\text{-}CH_2OH$. হাইড্রোব্রোমিক ও হাইপোক্লোরাস অ্যাসিডের সহিতও ইহা সংযোজিত হয় কিন্তু মারকনিকফ সূত্র অমান্য করিয়া। এই বিক্রিয়ায় যথাক্রমে 3-ব্রোমোপ্রোপানল, $CH_2Br\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH$. ও গ্লিসিরিল β-ক্লোরোমনোহাইড্রিন, $CH_2OH\text{-}CHCl\text{-}CH_2OH$, উৎপন্ন হয়। ক্ষারীয় লঘু পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ অ্যালাইল অ্যালকোহলকে গ্লিসিরলে জারিত করে। (ইহা ইথিলিনকে, $CH_2{=}CH_2$, গ্লাইকলে, $HOH_2C\text{-}CH_2OH$, জারিত করে)। পক্ষান্তরে অ্যালাইল অ্যালকোহলের অপর অংশ, $C\text{-}CH_2OH$, প্রাইমারী অ্যালকোহল হিসাবে যথারীতি অ্যালডিহাইডে ও পরে অ্যাসিডে জারিত হয়। সিলভার অক্সাইড কিংবা প্ল্যাটিনামের উপস্থিতিতে বায়ু ইহাকে যথাক্রমে অ্যাক্রাইলিক অ্যালডিহাইড, $CH_2{=}CH\text{-}CHO$, ও অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিডে, $CH_2{=}CH\text{-}COOH$, জারিত করে। ইহা হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের সহিত অ্যালাইল ক্লোরাইড, $CH_2{=}CH\text{-}CH_2Cl$, (এস্টার) গঠন করে। তীব্র জারক (যথা ক্রোমিক অ্যাসিড) অ্যালাইল অ্যালকোহলের উভয় সক্রিয় গ্রুপ এক সঙ্গে আক্রমণ করিয়া ইহাকে ফরমিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে। আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় অ্যালাইল অ্যালকোহল হইতে আইয়োডোফরম উৎপন্ন হয়। ডাইঅ্যালাইল থলেট হইতে সুন্দর স্বচ্ছ প্লাস্টিক তৈয়ার হয়; অ্যালাইল অ্যালকোহলের ইহা প্রধান প্রয়োগ।

অসংপৃক্ত অ্যালডিহাইড : অসংপৃক্ত অ্যালডিহাইডে অন্ততঃ একটি ইথিলিন দ্বিবন্ধ, $-CH{=}CH-$ (কিংবা অ্যাসিটিলিন ধরণের ত্রিবন্ধ) এবং একটি অ্যালডিহাইডো গ্রুপ, -CHO, থাকে। অ্যাক্রালডিহাইড বা অ্যাক্রোলিন, $CH_2{=}CH\text{-}CHO$, সরলতম গঠনের α,β-অসংপৃক্ত অ্যালডিহাইড। ইহার উভয় সক্রিয় গ্রুপ, $CH_2{=}CH$- এবং -CHO, বিক্রিয়ায় স্বাধীন ভাবে অংশ গ্রহণ করে।

প্রস্তুত প্রণালী : (১) **গ্লিসিরল হইতে :** তীব্র নিরুদক (যথা পটাশিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট, নির্জল ম্যাগনেশিয়াম সালফেট অথবা ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড) এবং গ্লিসিরল 200°-তে পাতিত করিলে অ্যাক্রোলিন উৎপন্ন হয়। রান্নার সময় অতি তপ্ত পাত্রে তৈল, চর্বি বা ঘি ঢালিলে এই বিয়োজন ঘটে ; তৈলের গ্লিসিরল অংশ অ্যাক্রোলিনে পরিণত হয়। ঝাঁঝালো গন্ধে ইহা জানা যায়।

$$HO\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}OH \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}CHO + 2H_2O$$

গ্লিসিরল অ্যাক্রোলিন

(২) **প্রপিলিন হইতে :** পেট্রোলিয়ামের কারখানায় 350°-370° তাপাংকে কিউপ্রাস অক্সাইডের উপর দিয়া প্রপিলিন ও বায়ু প্রবাহিত করিয়া অ্যাক্রোলিন তৈয়ার হয়। সামান্য অ্যাসিটোন ও ফরম্যালডিহাইড এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়। আংশিক পাতনে অ্যাক্রোলিন মিলে।

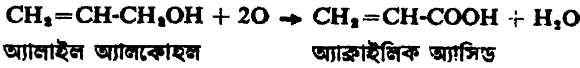
$$CH_2{=}CH\text{-}CH_3 + O_2 \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}CHO + H_2O$$

প্রপিলিন অ্যাক্রোলিন

ধর্ম : অ্যাক্রোলিন উদ্বায়ী তরল (স্ফুটনাংক 52°; আঃ গুঃ 0.841); বিষাক্ত এবং ত্বক-ক্ষয়ী; গন্ধ অতি ঝাঁঝালো। ইহা জলে আংশিক দ্রবণীয়। অ্যাক্রোলিন অতিশয় সক্রিয়; স্থিতিকারক (stabiliser) যথা হাইড্রোকুইনোনের অনুপস্থিতিতে ইহা অদ্রবণীয়, কঠিন আকার পলিমার রজনে পরিণত হয়। হাইড্রোজেন ক্লোরাইড সংযোজনে 3-ক্লোরো-প্রোপাইয়োন্যালডিহাইড, $CH_2Cl\text{-}CH_2\text{-}CHO$, গঠিত হয়। ইহার দ্বিবন্ধে ক্লোরিন অথবা ব্রোমিন সংযোজিত হয়। অনুঘটক এবং হাইড্রোজেন অ্যাক্রোলিনকে প্রোপাইয়োন্যালডিহাইডে, $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHO$, বিজারিত করে। অ্যাক্রোলিনের অ্যালডিহাইড অংশ যথারীতি টোলাঁ বিকারককে বিজারিত করে; ইহা নিজে জারিত হইয়া অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিডে, $CH_2{=}CH\text{-}COOH$, পরিণত হয়। ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড ইহাকে অ্যালাইল অ্যালকোহলে, $CH_2{=}CH\text{-}CH_2OH$, বিজারিত করে। অ্যাক্রোলিনের প্রধান প্রয়োগ গ্লিসিরল ও অ্যালাইল অ্যালকোহল উৎপাদনে। অশান্ত জনতা ছত্রভঙ্গ করিতে অ্যাক্রোলিন ব্যবহৃত হয়; ইহা অশ্রু-বর্ষণকারক এবং শ্বাসরোধক।

অসংপৃক্ত অ্যাসিড : অন্ততঃ একটি দ্বিবন্ধ (অথবা ত্রিবন্ধ) এবং একটি কার্বক্সিল গ্রুপযুক্ত যৌগ অসংপৃক্ত অ্যাসিড। সরলতম গঠনের α,β-অসংপৃক্ত অ্যাসিড অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড, $CH_2{=}CH\text{-}COOH$; অ্যাক্রোলিনের জারণে ইহার উৎপত্তি। অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড একাধারে অ্যাসিড ও অ্যালকিন। ইহার অনুগামী ক্রোটোনিক অ্যাসিড, $CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH$, ক্রোটোন তৈলে গ্লিসিরাইডরূপে আছে।

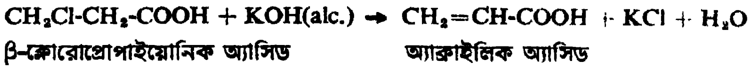
প্রস্তুত প্রণালী : (১) **অ্যালাইল অ্যালকোহল হইতে :** সিলভার অক্সাইড দ্বারা অ্যালাইল অ্যালকোহলকে জারিত করিয়া অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।



$$CH_2=CH\text{-}CH_2OH + 2O \rightarrow CH_2=CH\text{-}COOH + H_2O$$

অ্যালাইল অ্যালকোহল   অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

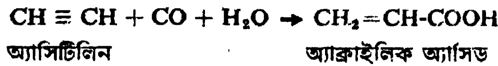
(২) **ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হইতে:** ঈষৎ উষ্ণ অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ α- অথবা β-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড বিচ্ছিন্ন করিয়া অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড উৎপাদন করে।



$$CH_2Cl\text{-}CH_2\text{-}COOH + KOH(alc.) \rightarrow CH_2=CH\text{-}COOH + KCl + H_2O$$

β-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড   অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

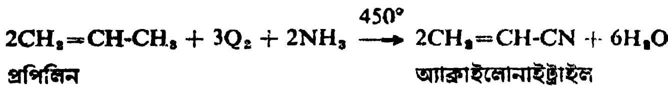
(৩) **অ্যাসিটিলিন হইতে:** স্বাভাবিক বায়ু চাপে উচ্চ তাপাংকে নিকেল কার্বনিল, $Ni(CO)_4$, অনুঘটকের উপর দিয়া অ্যাসিটিলিন, অতিবিক্ত কার্বন মনোঅক্সাইড, ও জলীয় বাষ্প প্রবাহিত করিয়া শিল্পে অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।



$$CH \equiv CH + CO + H_2O \rightarrow CH_2=CH\text{-}COOH$$

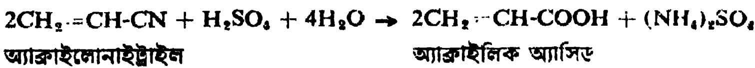
অ্যাসিটিলিন   অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

(৪) **অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল হইতে:** অতি আধুনিক শিল্প পদ্ধতিতে অনুঘটকের উপস্থিতিতে তিন গুণ বায়ু চাপে 450° তাপাংকে প্রপিলিন, অ্যামোনিয়া ও বায়ু হইতে অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল তৈয়ার হয়। ইহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



$$2CH_2=CH\text{-}CH_3 + 3O_2 + 2NH_3 \xrightarrow{450^\circ} 2CH_2=CH\text{-}CN + 6H_2O$$

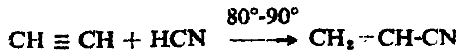
প্রপিলিন   অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল



$$2CH_2=CH\text{-}CN + H_2SO_4 + 4H_2O \rightarrow 2CH_2=CH\text{-}COOH + (NH_4)_2SO_4$$

অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল   অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড

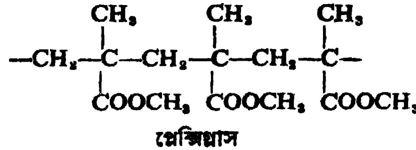
কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড অনুঘটকের দ্রবণে 80°-90° তাপাংকে অ্যাসিটিলিন ও হাইড্রোজেন সায়ানাইড (6 : 1) চালিত করিয়াও শিল্পে অ্যাক্রাইলোনাইট্রাইল প্রস্তুত হয়।



$$CH \equiv CH + HCN \xrightarrow{80^\circ\text{-}90^\circ} CH_2=CH\text{-}CN$$

ধর্ম: অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড (স্ফুটনাংক 141°) জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে; গন্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিডের মত ঝাঁঝালো। ইহা অতিশয় সক্রিয়; স্বতঃই কাঁচের মত স্বচ্ছ, কঠিন পলিমার গঠন করে। ইহা প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড অপেক্ষা তীব্রতর অম্ল ($K_a = 5.5 \times 10^{-5}$). হাইড্রোজেন ক্লোরাইড সংযোজন করিয়া অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড β-ক্লোরোপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডে, $CH_2Cl\text{-}CH_2\text{-}COOH$, পরিণত হয়; পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু দ্রবণ ইহাকে গ্লিসিরিক অ্যাসিডে, $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}COOH$, জারিত করে। হাইড্রোজেন ও অনুঘটক ইহাকে প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডে,

CH_3-CH_2-COOH, বিজারিত করে। অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিডের গুরুত্ব পলিমার শিল্পে অ্যাক্রাইলিক প্লাস্টিক উৎপাদনে। কৃত্রিম চক্ষু, দাঁত, চশমার কাঁচ প্রভৃতি অ্যাক্রাইলিক প্লাস্টিক হইতে তৈয়ার হয়। মিথাইল মিথ্যাক্রাইলেট হইতে প্রস্তুত স্বচ্ছ 'জৈব কাঁচ' (plexiglass) আঘাতে ফাটে কিন্তু টুকরা হইয়া ছিটকে পড়ে না। মোটর গাড়ীতে ইহা নিরাপদ।

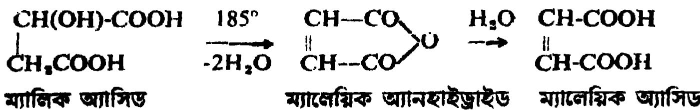


প্লেক্সিগ্লাস

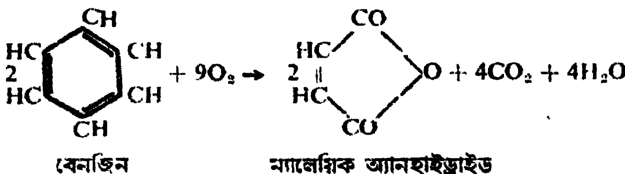
অসংপৃক্ত দ্বিক্ষারী অ্যাসিড : ইহাদের অণুতে অন্ততঃ একটি দ্বিবন্ধ (অথবা ত্রিবন্ধ) এবং দুইটি কার্বক্সিল গ্রুপ থাকে, উভয় কার্বক্সিল গ্রুপ বিভিন্ন কিংবা একই কার্বনের সহিত যুক্ত থাকিতে পারে। দৃষ্টান্ত: ম্যালেয়িক অ্যাসিড ও সমাবয়বী ফিউমারিক অ্যাসিড, HOOC-CH=CH-COOH, এবং ইথিন-1,1-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, $CH_2=C(COOH)_2$. শেষোক্ত যৌগ অস্থিতিশীল, মুক্ত অবস্থায় অজ্ঞাত। কিন্তু ইহার এস্টার জানা আছে।

ম্যালেয়িক অ্যাসিড, HOOC-CH=CH-COOH, প্রকৃতিতে অনুপস্থিত।

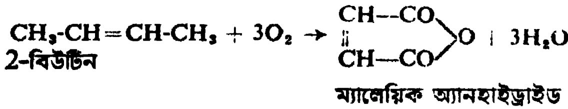
প্রস্তুত প্রণালী : (১) **ম্যালিক অ্যাসিড হইতে :** ম্যালিক অ্যাসিড দ্রুত 185°-তে উত্তপ্ত করিলে ইহার অধিকাংশ ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডে পরিণত হয়। ফুটন্ত জলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ম্যালেয়িক অ্যাসিড মিলে। ধীরে ধীরে 150° তাপাংকে গরম করিলে ম্যালিক অ্যাসিড হইতে প্রধানতঃ ফিউমারিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(২) **শিল্পোৎপাদন : বেনজিন হইতে :** 400°-500° তাপাংকে ভ্যানাডিয়াম পেন্ট-অক্সাইডের উপর দিয়া বাষ্পীয় বেনজিন এবং বায়ুর মিশ্রণ 2-3 গুণ বায়ু চাপে প্রবাহিত করিয়া ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড তৈয়ার হয়। অনুঘটক এবং মিশ্রণের মিলন পলকের জন্য (প্রায় 0·1 সেকেণ্ড) হইলে উৎপাদনের পরিমাণ 60%. ঊর্ধপাতনে ইহা শোধন করা চলে।



(৩) **বিউটিন হইতে:** পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের 1- এবং 2-বিউটিন ও অক্সিজেন (1:75) 2-4 গুণ বায়ু চাপে অনুঘটকের (V_2O_5, P_2O_5 এবং MoO_3) উপর দিয়া 350° তাপাংকে মাত্র 1·5 সেকেণ্ড প্রবাহিত করিলে ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড উৎপন্ন হয়। ইহাও শিল্পের পদ্ধতি।



$$CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3 + 3O_2 \rightarrow \begin{array}{c} CH\text{--}CO \\ \| \\ CH\text{--}CO \end{array}\!\!>O + 3H_2O$$

2-বিউটিন — ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড

ধর্ম: ম্যালেয়িক অ্যাসিডের প্রিজম-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 130°) জলে সহজে দ্রবণীয়। 160° তাপাংকে এক অণু অ্যাসিড এক অণু জল বিচ্ছিন্ন করিয়া ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। ম্যালেয়িক অ্যাসিডকে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু দ্রবণ মেসো-টারটারিক অ্যাসিডে, HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH, জারিত করে। জায়মান হাইড্রোজেন ইহাকে সাকসিনিক অ্যাসিডে, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, বিজারিত করে।

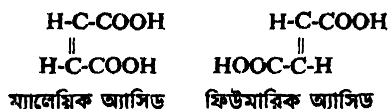
ব্যবহার: ম্যালেয়িক অ্যাসিড বা অ্যানহাইড্রাইডের প্রধান প্রয়োগ পলিএস্টার ও অ্যাল্কিড জাতীয় প্লাস্টিক উৎপাদনে। ম্যালেয়িক অ্যাসিড তৈল এবং গুঁড়া দুধ সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

ফিউমারিক অ্যাসিড, HOOC-CH=CH-COOH, মুক্ত অবস্থায় ফিউমারিয়া অফিসিনালিস (*Fumaria officinalis*) নামক ভেষজ গুল্ম, আইসল্যাণ্ড দেশীয় শেওলা এবং কোন কোন ছত্রাকে (fungi) আছে। মানব দেহে শর্করা, প্রোটিন ও চর্বি জাতীয় খাদ্য হজমের জটিল প্রক্রিয়া-চক্রের একটি ধাপ ফিউমারেট। অতি লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও ম্যালেয়িক অ্যাসিড 150°-তে গরম করিয়া শিল্পে ফিউমারিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। এই পরিবর্তন প্রায় মাত্রিক। চিটাগুড় হইতেও ছত্রাকের (*Rhizapus nigricans*) সাহায্যে সন্ধান প্রক্রিয়ায় ফিউমারিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।

ধর্ম: ফিউমারিক অ্যাসিডের স্ফটিক সূচের মত, জলে অতি দ্রবণীয়; গলনাংক (দুই-মুখ-বন্ধ নলে নির্ণীত) 287°. প্রবল উত্তাপে ইহা ঊর্ধ্বপাতিত হয় কিন্তু ফিউমারিক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে না। ফিউমারিক অ্যাসিডকে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের লঘু দ্রবণ রেসেমিক টারটারিক অ্যাসিডে, HOOC-CHOH-CHOH-COOH, জারিত করে। সোডিয়াম অ্যামালগাম ইহাকে সাকসিনিক অ্যাসিডে, $HOOC\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, বিজারিত করে।

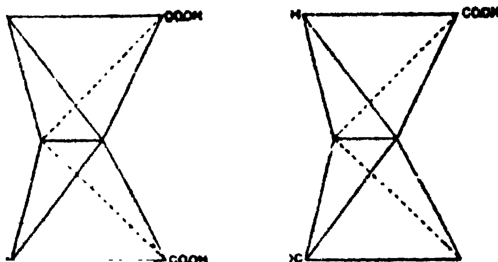
ব্যবহার: ফিউমারিক অ্যাসিড টক আস্বাদের জন্য খাদ্য দ্রব্যে মিশানো হয়। স্টাইরিন, $C_6H_5\text{-}CH=CH_2$, এবং ফিউমারিক অ্যাসিডের ইথিলিন গ্লাইকল এস্টার হইতে যুগ্ম-পলিমার তৈয়ার হয়।

ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের সমাবয়বতা : উভয়ের কার্বন-কাঠামো, সক্রিয় গ্রুপ এবং ইথিলিন-কার্বন-সংলগ্ন পরমাণু ও গ্রুপ এক। কোনটিতেই অপ্রতিসম কার্বন নাই; উভয়েই আলোক-নিষ্ক্রিয়। কাজেই ল্যাকটিক অথবা টারটারিক অ্যাসিডের সমাবয়বতা হইতে ইহা স্বতন্ত্র। ভ্যান্ট হফ্ (১৮৭৪) বলেন ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের দ্বিবন্ধ-যুক্ত কাবন দুইটির বন্ধন অনমনীয়, ইহাদের অবস্থান স্থির এবং সুনির্দিষ্ট। হাইড্রোজেন ও কার্বক্সিল গ্রুপের আপেক্ষিক ত্রিমাত্রিক অবস্থান দুই অণুতে দুই রকম; অর্থাৎ ইহাদের ত্রিমাত্রিক গঠন (three-dimensional structure বা space structure) বিভিন্ন। দুই অ্যালকিন কার্বনের সহিত সংযুক্ত হাইড্রোজেন ও কার্বক্সিল গ্রুপেরও অবাধে ঘুরিবার স্বাধীনতা নাই। তাই শূন্যে ইহাদের অবস্থানও নির্দিষ্ট। ম্যালেয়িক অ্যাসিড অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে কিন্তু ফিউমারিক অ্যাসিড করে না। অতএব ম্যালেয়িক অ্যাসিডে কার্বক্সিল গ্রুপ দুইটি নিকটে এবং ফিউমারিক অ্যাসিডে তাহারা দূরে অবস্থিত। ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের ত্রিমাত্রিক গঠন এই তথ্যের উপর প্রতিষ্ঠিত; কাগজে আঁকিলে তাহা এই রকম দেখায় :



ম্যালেয়িক অ্যাসিড ফিউমারিক অ্যাসিড

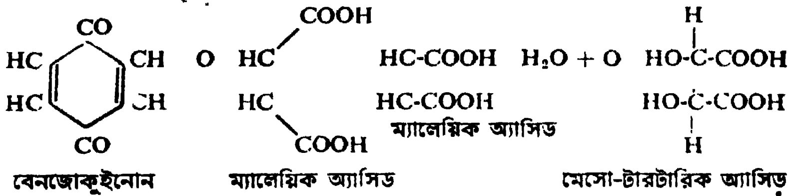
শূন্যে হাইড্রোজেন ও কার্বক্সিল গ্রুপের আপেক্ষিক অবস্থান আরও স্পষ্ট হইবে ২৮ নং চিত্রে। উভয় হাইড্রোজেন (অথবা উভয় কার্বক্সিল গ্রুপ) ম্যালেয়িক অ্যাসিডে একই পার্শ্বে অবস্থিত বলিয়া ইহাকে এক-পার্শ্ববর্তী-সমাবয়বী (*cis*-isomer), এবং ফিউ-মারিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন ও কার্বক্সিল গ্রুপ আড়াআড়ি ভাবে অবস্থিত বলিয়া ইহাকে



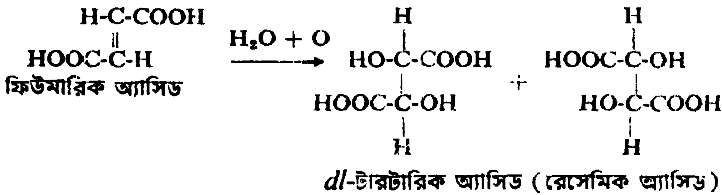
২৮ নং চিত্র। ম্যালেয়িক অ্যাসিড ফিউমারিক অ্যাসিড

আড়াআড়ি-সমাবয়বী (*trans*-isomer) বলা হয়। অনুরূপ দৃষ্টান্ত আরও অনেক আছে, যথা : অ্যালডিহাইডের (বা কিটোনের) অক্সাইম, RCH=N—OH. বস্তুতঃ কোন অণুতে দ্বিবন্ধযুক্ত পরমাণুর সহিত দুই বিভিন্ন পরমাণু বা গ্রুপ সংযুক্ত থাকিলেই (অর্থাৎ YXC=CXY আণবিক গঠনের যৌগে) এই প্রকার সমাবয়বতা সম্ভব। ইহাকে

সিস-ট্র্যানস অথবা জ্যামিতিক সমাবয়বতা বলে। সিলভার পারঅক্সাইড বেনজোকুইনোনকে ম্যালেয়িক অ্যাসিডে এবং পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ম্যালেয়িক অ্যাসিডকে মেসো-টারটারিক অ্যাসিডে জারিত করে। উভয় বিক্রিয়া এই আণবিক গঠনের সহিত সামঞ্জস্যপর্ণ।



পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ফিউমারিক অ্যাসিডকে রেসেমিক অ্যাসিডে জারিত করে। উল্লিখিত আণবিক গঠনের সহিত ইহাও সঙ্গতিপূর্ণ।



dl-টারটারিক অ্যাসিড (রেসেমিক অ্যাসিড)

ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের রাসায়নিক প্রকৃতি ও বিক্রিয়া মোটামুটি অনুরূপ; যথা: জায়মান হাইড্রোজেন উভয়কে সাকসিনিক অ্যাসিডে বিজারিত করে, ইহারা ব্রোমিন সংযোজন করিয়া ডাইব্রোমোসাকসিনিক অ্যাসিড গঠন করে এবং দ্বিক্ষারী অম্ল হিসাবে অ্যাসিড ও নরমাল লবণ ও এস্টার উৎপাদন করে। কিন্তু ইহাদের ভৌত ধর্ম বিভিন্ন। আলোক-সক্রিয় সমাবয়বীর (যেমন ল্যাকটিক অ্যাসিড, *d*- এবং *l*-) সহিত জ্যামিতিক সমাবয়বীর এই বৈষম্য লক্ষ্যণীয়।

ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের ভৌত ধর্ম

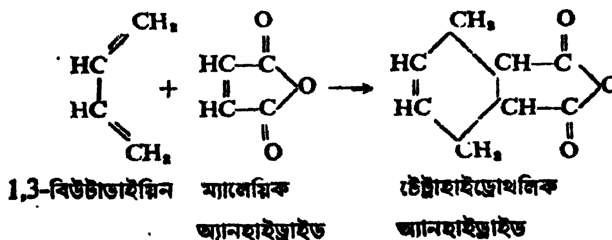
	ম্যালেয়িক অ্যাসিড	ফিউমারিক অ্যাসিড
গলনাংক	130°	287°
আপেক্ষিক গুরুত্ব	1.590	1.635
25° তাপাংকে জলে দ্রবণীয়তা (g/100 g দ্রবণ)	79	0.7
স্ফটিকের আকৃতি	বড় প্রিজম	ছোট সূচের মত
জারণে (পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা)	মেসো-টারটারিক অ্যাসিড মিলে	রেসেমিক অ্যাসিড মিলে
বেরিয়াম লবণ	জলে অদ্রবণীয়	জলে দ্রবণীয়

ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের ভৌত ধর্ম

	ম্যালেয়িক অ্যাসিড	ফিউমারিক অ্যাসিড
উত্তাপের প্রভাব	প্রধানতঃ ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডরূপে পাতিত হয়	সামান্য ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডসহ ঊর্ধপাতিত হয়
মানুষের পক্ষে	বিষাক্ত	নির্দোষ
বিয়োজন ধ্রুবক, $K_1 \times 10^2$	1·170	0.093
" " $K_2 \times 10^5$	0·06	4·2
দহনের উত্তাপ (kcal/mole)	326	320

ফিউমারিক অ্যাসিডের দহন তাপ ম্যালেয়িক অ্যাসিড অপেক্ষা কম কারণ ইহা অধিকতর স্থিতিশীল। পাতনে বা অতি-বেগুনী আলোকে ইহা ম্যালেয়িক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। তাপ কিংবা আলো প্রয়োজনীয় শক্তি যোগায়। ম্যালেয়িক অ্যাসিডে পোলার কার্বক্সিল গ্রুপ দুইটি একই পার্শ্বে অবস্থিত বলিয়া ইহার ডাইপোল মোমেন্ট আছে কিন্তু ফিউমারিক অ্যাসিডে ইহারা বিপরীত পার্শ্বে থাকিয়া একে অন্যের আকর্ষণ নাকচ করে। তাই ইহার ডাইপোল মোমেন্ট 0 (শূন্য)।

ডিলস-অ্যালডার বিক্রিয়া (Diels-Alder reaction): নিম্ন তাপাংকে বেনজিন দ্রবণে ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড এবং 1,3-বিউটাডাইয়িন মিশাইয়া 60°-তে গরম করিলে উভয়ের সংযোজন-যৌগ উৎপন্ন হয়। ইহা ডিলস-অ্যালডার বিক্রিয়ার একটি দৃষ্টান্ত। 1,3-বিউটাডাইয়িনের মত দুইটি দ্বিবন্ধযুক্ত যৌগ (যাহাতে এক-বন্ধ ও দ্বিবন্ধ পর্যায়ক্রমে আছে) অপর একটি যৌগের দ্বিবন্ধে (যাহাকে পার্শ্ববর্তী পরমাণু বা গ্রুপ সক্রিয় করিয়াছে) এই বিক্রিয়ায় সংযোজিত হয়।



প্রশ্নমালা

১। অ্যাক্রাইলিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার ব্যবহার কি? (i) ব্রোমিন, (ii) হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড ও (iii) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। পরীক্ষাগারে অ্যালাইল অ্যালকোহল কি ভাবে প্রস্তুত করিবে? (i) সিলভার অক্সাইড, (ii) পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট, (iii) আইয়োডিন ও (iv) হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডের সহিত ইহার বিক্রিয়ার বিবরণ দাও।

৩। ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের সমাবয়বতা আলোচনা কর। ইহাদের আণবিক গঠনে হাইড্রোজেন ও কার্বক্সিল গ্রুপের বিন্যাস কি ভাবে নিরূপিত হইয়াছে?

৪। উদাহরণসহ আলোক-সক্রিয় ও জ্যামিতিক সমাবয়বতার সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৫। ম্যালেয়িক অ্যাসিডের শিল্পোৎপাদন বর্ণনা কর। ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডকে চিহ্নিত করিবার উপায় কি?

৬। কি ভাবে ম্যালেয়িক অ্যাসিডকে (i) ম্যালিক অ্যাসিড, (ii) সাকসিনিক অ্যাসিড এবং (iii) টারটারিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা যায়?

চতুর্দশ অধ্যায়

জৈব-ধাতব যৌগ

কোন যৌগে কার্বন ও ধাতুর পরমাণু সরাসরি যুক্ত থাকিলে তাহাকে জৈব-ধাতব যৌগ বলা হয়; দৃষ্টান্ত: ডাই-ইথাইল-জিংক, $C_2H_5\text{-}Zn\text{-}C_2H_5$, ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম আইয়োডাইড, $C_2H_5\text{-}Mg\text{-}I$, ইত্যাদি। সোডিয়াম অ্যাসিটেট, $CH_3COO\text{-}Na$, ও সোডিয়াম ইথোক্সাইড, $C_2H_5\text{-}O\text{-}Na$, এই সংজ্ঞার আওতায় পড়ে না যদিও ইহারা জৈব যৌগ এবং ধাতব যৌগও। জৈব-ধাতব যৌগের নামকরণে প্রথমে গ্রুপের নাম এবং পরে ধাতুর নাম এক শব্দে উল্লেখ করা হয় যথা: ডাইমিথাইল-জিংক, $(CH_3)_2Zn$. সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ জৈব-ধাতব যৌগ ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম আইয়োডাইড, $C_2H_5\text{-}Mg\text{-}I$ (গ্রিনার বিকারক) এবং টেট্রাইথাইল-লেড, $(C_2H_5)_4Pb$ (টেল, TEL).

অ্যালকিল-জিংক এক কালে জৈব সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হইত; গ্রিনার বিকারক ইহার স্থান দখল করিয়াছে। ইথাইল আইয়োডাইড হইতে জিংক দ্বারা আইয়োডিন অপসারিত করিয়া বিমুক্ত ইথাইল র‍্যাডিক্যাল, $C_2H_5\cdot$ পাইবার চেষ্টায় ফ্র্যাঙ্কল্যাণ্ড (1849) ডাই-ইথাইল-জিংক আবিষ্কার করেন। টলুইন দ্রবণে অ্যালকিল আইয়োডাইড ও অতিরিক্ত সদ্য-প্রস্তুত জিংক চূর্ণ নির্জল অবস্থায় ঈষৎ গরম করিলে ইথাইল জিংক আইয়োডাইড উৎপন্ন হয়। বায়ুশূন্য পাত্র হইতে (কিংবা কূপীর বায়ু কার্বন ডাইঅক্সাইড দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া) পাতন করিলে ডাই-ইথাইল-জিংক পাওয়া যায়। ইথাইল অ্যাসিটেট অনুঘটকের কাজ করে। জিংকের পরিমাণ অল্প হইলে ভূর্তজ বিক্রিয়ায় অ্যালকেন উৎপন্ন হয়।



$$2C_2H_5I + 2Zn \longrightarrow 2C_2H_5\text{-}Zn\text{-}I \longrightarrow C_2H_5\text{-}Zn\text{-}C_2H_5 + ZnI_2$$

ইথাইল জিংক আইয়োডাইড ডাই-ইথাইল-জিংক

ডাই-ইথাইল-জিংক বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল (স্ফুটনাংক 118°), বিষাক্ত, ত্বক-ক্ষয়ী এবং অতিশয় দুর্গন্ধযুক্ত। বায়ুতে ইহা স্বতঃ রক্তিম শিখায় প্রজ্বলিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড, জল ও কুয়াশাকারে জিংক অক্সাইডে বিয়োজিত হয়। ডাইমিথাইল-জিংক (স্ফুটনাংক 46°, আঃ গুঃ 1.39) অনুরূপ ধর্মের যৌগ। জল কিংবা অ্যালকোহল ডাই-ইথাইল-জিংককে দ্রুত ইথেনে বিয়োজিত করে। জৈব-ধাতব যৌগের সক্রিয়তা ইহার কার্বন-ধাতু বন্ধনের আয়নিক চরিত্রের উপর অনেকখানি নির্ভর করে। C-Na বন্ধন (আয়নিক চরিত্র 47%) C-Zn বন্ধনের (আয়নিক চরিত্র 18%) চেয়ে অনেক সহজে বিচ্ছিন্ন হয়। তাই মিথাইল সোডিয়াম, $CH_3^-Na^+$, অজৈব লবণের মত বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে। ডাইমিথাইল-জিংক, $(CH_3)_2Zn$, জৈব যৌগের মত কোভ্যালেন্ট বন্ধনে আবদ্ধ। ইহার বিক্রিয়া সীমিত ও মন্থর। C-Mg বন্ধন (আয়নিক চরিত্র

34%) C-Zn বন্ধন অপেক্ষা দুর্বলতর এবং অধিকতর সক্রিয়। গ্রিনার বিকারকের বিক্রিয়া ব্যাপক ও দ্রুত। সাধারণতঃ কিটোন সংশ্লেষণে (গ্রিনার বিকারক হইতে ইহা প্রস্তুত করা কঠিন) অ্যালকিল-জিংক ব্যবহৃত হয়।



$$R\text{-}CO\text{-}Cl + R'\text{-}Zn\text{-}I \longrightarrow R\text{-}CO\text{-}R' + ZnICl$$

অ্যাসিড ক্লোরাইড অ্যালকিল জিংক আইয়োডাইড কিটোন

কোয়াটারনারী কার্বনযুক্ত অ্যালকেন প্রস্তুত করিতেও ইহার প্রয়োজন হয়।

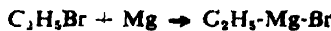


$$(CH_3)_3CCl + (CH_3)_2Zn \longrightarrow (CH_3)_4C + CH_3\text{-}Zn\text{-}Cl$$

টারশিয়ারী বিউটাইল ক্লোরাইড ডাইমিথাইল-জিংক নিয়োপেনটেন

ম্যাগনেশিয়াম অ্যালকিল হ্যালাইড : ১৯০০ খৃস্টাব্দে ভিক্টর গ্রিনার ইহার প্রস্তুত প্রণালী ও সংশ্লেষণে প্রয়োগের বিশদ বিবরণ প্রকাশ করিয়া জৈব রসায়নে এক নূতন অধ্যায় সংযোজন করেন। ইহাকে গ্রিনার বিকারক বলা হয়। ইহার প্রস্তুতি জিংক-অ্যালকিল অপেক্ষা সহজতর; প্রয়োগের ক্ষেত্র ব্যাপকতর। ইহা অনেক কম বিষাক্ত এবং বায়ুর সংস্পর্শে স্বতঃ প্রজ্বলিত হয় না।

প্রস্তুত প্রণালী : কনডেনসার, নাড়িবার যন্ত্র ও বিয়োজী ফানেলযুক্ত ত্রিমুখী কাঁচ কুপীতে নির্মল ম্যাগনেশিয়ামের ফালি (ফিতার আকারে, 5.5 g) লইয়া তাহাতে নির্জল ইথার (10 cc) যোগ কর। বিয়োজী ফানেল হইতে নির্জল ইথারে (25 cc) দ্রবীভূত ইথাইল ব্রোমাইড (25 g) ধীরে ধীরে মিশাও। বিক্রিয়া শুরু হইতে বিলম্ব ঘটিলে দুই একটি আইয়োডিন স্ফটিক যোগ কর কিংবা 45° তাপাংকে কুপী গরম কর। প্রতিটি জিনিষ সম্পূর্ণ জলমুক্ত হওয়া চাই, নতুবা বিক্রিয়া ঘটে না। বিক্রিয়া প্রচণ্ড হইলে, কুপী ঠাণ্ডা জলে ডুবাও। উৎপন্ন ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড ইথারে দ্রবীভূত থাকে। এই দ্রবণ সংশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড অস্থিতিশীল; বায়ুর সংস্পর্শে বিকৃত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90%। টেট্রাহাইড্রোফিউরান দ্রাবকে এই পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। ম্যাগনেশিয়াম অ্যালকিল আইয়োডাইড অনুরূপ ব্রোমাইড অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয় এবং ব্রোমাইড ক্লোরাইডের চেয়ে।



$$C_2H_5Br + Mg \rightarrow C_2H_5\text{-}Mg\text{-}Br$$

ইথাইল ব্রোমাইড ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড

সাংশ্লেষণিক প্রয়োগ : অ্যালকেন, অ্যালকোহল, ইথার, অ্যালডিহাইড, কার্বক্সিলিক অ্যাসিড, প্রাইমারী অ্যামিন প্রভৃতি বহুবিধ যৌগ গ্রিনার বিকারকের সাহায্যে প্রস্তুত করা চলে কিন্তু ইহা প্রধানতঃ অ্যালকেন, অ্যালকোহল এবং কার্বক্সিলিক অ্যাসিড তৈয়ার করিতেই ব্যবহৃত হয়।

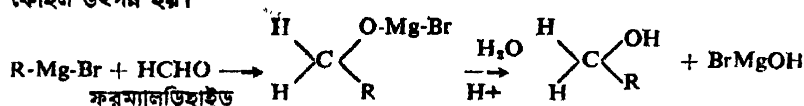
(১) **অ্যালকেন গঠন :** জল, অ্যালকোহল বা অ্যামিন গ্রিনার বিকারককে ঠাণ্ডায় অনুরূপ প্যারাফিনে বিয়োজিত করে।

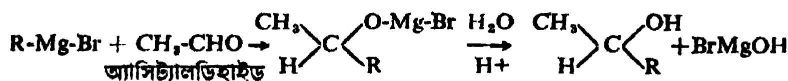


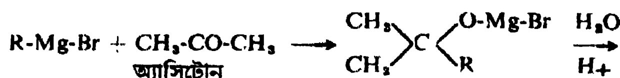


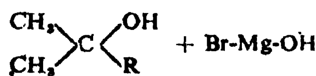


(২) **অ্যালকোহল গঠন:** ইথারে দ্রবীভূত অ্যালডিহাইড বা কিটোন এবং গ্রিনার বিকারক শীতল অবস্থায় অন্তর্বর্তী যৌগ গঠন করে, ইহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়।

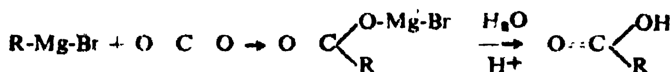




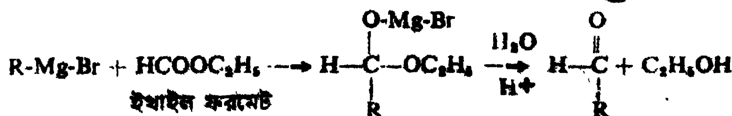




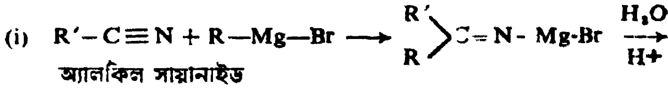
(৩) **কার্বক্সিলিক অ্যাসিড:** গ্রিনার বিকারকের হিমশীতল ইথার দ্রবণে শুষ্ক কার্বন ডাইঅক্সাইড চালিত করিলে যে যৌগ উৎপন্ন হয় তাহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে কার্বক্সিলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। কঠিন-আকার কার্বন ডাইঅক্সাইডের (শুষ্ক বরফ) উপর গ্রিনার বিকারকের ইথার দ্রবণ ধীরে ধীরে ঢালিয়া দিলেও এই উদ্দেশ্য সিদ্ধ হয়। কেবল অতি নিম্ন তাপাংকে এই বিক্রিয়া ঘটে।



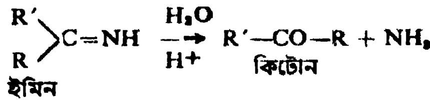
(৪) **অ্যালডিহাইড:** আণবিক অনুপাতে গ্রিনার বিকারক ও ইথাইল ফরমেট মিশাইলে অ্যালডিহাইড গঠিত হয়। অতিরিক্ত ফরমেট থাকিলে সেকেণ্ডারী অ্যালকোহল পাওয়া যায়।



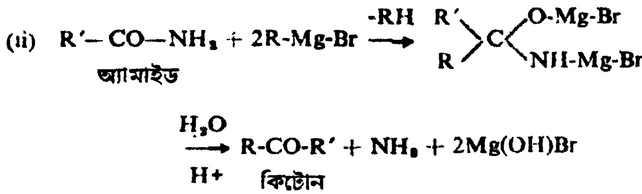
(৫) **কিটোন :** অ্যাসিড ক্লোরাইড ও গ্রিনার বিকারক কিটোন গঠন করে কিন্তু উৎপন্ন কিটোনের সহিত গ্রিনার বিকারকের বিক্রিয়া ঘটে এবং টারশিয়ারী অ্যালকোহল গঠিত হয়। অ্যালকিল সায়ানাইড (মিথাইল সায়ানাইড ছাড়া) অথবা অ্যামাইডের বিক্রিয়ায় কিটোন মিলে।



(i) $R'-C\equiv N + R-Mg-Br \longrightarrow \begin{matrix}R'\\R\end{matrix}\!>\!C=N-MgBr \xrightarrow[H^+]{H_2O}$
অ্যালকিল সায়ানাইড



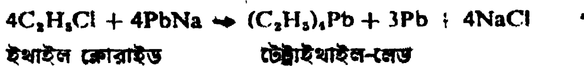
$\begin{matrix}R'\\R\end{matrix}\!>\!C=NH \xrightarrow[H^+]{H_2O} R'-CO-R + NH_3$
ইমিন কিটোন



(ii) $R'-CO-NH_2 + 2R\text{-}Mg\text{-}Br \xrightarrow{-RH} \begin{matrix}R'\\R\end{matrix}\!>\!C\!<\!\begin{matrix}O\text{-}Mg\text{-}Br\\NH\text{-}Mg\text{-}Br\end{matrix}$
অ্যামাইড

$\xrightarrow[H^+]{H_2O} R\text{-}CO\text{-}R' + NH_3 + 2Mg(OH)Br$
কিটোন

টেট্রাইথাইল-লেড, $(C_2H_5)_4Pb$: মুখ-বন্ধ পাত্রের বায়ু নাইট্রোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া তাহাতে 70°-75° তাপাংকে ইথিলিন ব্রোমাইডের উপস্থিতিতে লেড ও সোডিয়ামের শংকর ধাতু চূর্ণ (9:1) এবং বাষ্পাকারে ইথাইল ক্লোরাইড গরম করিয়া শিল্পে টেট্রাইথাইল-লেড তৈয়ার হয়। অতিরিক্ত ইথাইল ক্লোরাইড পাতনে উদ্ধার করিয়া পুনরায় কাজে লাগানো হয়। স্টীম-পাতনে টেট্রাইথাইল-লেড পাওয়া যায়। ইহার ভিতর কিছুক্ষণ বেগে বায়ু চালিত করিয়া জল দিয়া ধুইলে মোটামুটি বিশুদ্ধ টেট্রাইথাইল-লেড পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90% (সোডিয়ামের ওজনের)।



$4C_2H_5Cl + 4PbNa \rightarrow (C_2H_5)_4Pb + 3Pb + 4NaCl$
ইথাইল ক্লোরাইড টেট্রাইথাইল-লেড

টেট্রাইথাইল-লেড (TEL) বর্ণহীন ভারী তরল (স্ফুটনাংক 78°/10 mm; আঃ গুঃ 1·65), অতিশয় বিষাক্ত এবং দুর্গন্ধযুক্ত। আলোর সংস্পর্শে ইহা ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়। পেট্রলের সহিত সামান্য (0·5 g প্রতি লিটারে) মিশাইলে ইঞ্জিনের ঝাঁকানি বন্ধ হয় এবং মোটরযান প্রতি লিটার পেট্রলে দীর্ঘতর পথ চলে। ইঞ্জিন হইতে লেড (বায়বীয় লেড ক্লোরাইডরূপে) অপসারিত করিতে ইথিলিন ক্লোরাইড, এবং সাধারণ পেট্রল হইতে সহজে চিহ্নিত করিতে লাল রং মিশানো হয়। টেট্রামিথাইল-লেড, $(CH_3)_4Pb$, TML, অধিকতর উদ্বায়ী এবং উচ্চতর তাপাংকে বিয়োজিত হয়; ইহা ক্রমশঃ টেট্রাইথাইল-লেডের স্থান দখল করিতেছে।

প্রশ্নমালা

১। ইথাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইডের প্রস্তুত প্রণালী ও ইহার সাংশ্লেষণিক প্রয়োগ বর্ণনা কর।

২। গ্রিনার বিকারক কাহাকে বলে? ইহার সাহায্যে (i) প্রোপেন, (ii) আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল, (iii) প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড ও (iv) অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুত করিবার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

৩। টেট্রাইথাইল-লেডের শিল্পোৎপাদন প্রণালী কি? সংক্ষেপে ইহার প্রয়োগ ও ধর্ম উল্লেখ কর।

৪। ইথাইল-জিংক পরীক্ষাগারে কি ভাবে তৈয়ার হয়? ইহার সহিত (i) অ্যাসিটিল ক্লোরাইড এবং (ii) টারশিয়ারী বিউটাইল ক্লোরাইডের কি বিক্রিয়া ঘটে?

৫। কোন যৌগের C = 62.06% এবং H = 10.34%. ইহা অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ও মিথাইল-জিংক হইতে প্রস্তুত করা যায়। ইহার আণবিক গঠন কি হইতে পারে?

৬। 0.1009 g জৈব যৌগ (আণবিক ওজন 62) অতিরিক্ত মিথাইল আইয়োডাইডের সহিত বিক্রিয়ায় 77.0 cc মিথেন (13° তাপাংকে এবং 753 mm বায়ু চাপে) উৎপাদন করিল। ইহার আণবিক গঠন কি?

পঞ্চদশ অধ্যায়

কার্বোহাইড্রেট

কার্বোহাইড্রেট নানা আকারে আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অপরিহার্য। ভাত, রুটি, গোল-আলু ও চিনি মানুষের প্রধান খাদ্য। পরিধেয় সূতীবস্ত্র এবং শিক্ষা, সভ্যতা ও সংস্কৃতির বাহন কাগজ কার্বোহাইড্রেট। ভূপৃষ্ঠে ইহার পরিমাণ, বার্ষিক উৎপাদন এবং প্রয়োজনীয়-তায় ইহা অদ্বিতীয়; জৈব বা অজৈব অন্য কোন যৌগ ইহার সমকক্ষ নয়। কার্বো-হাইড্রেট বা শর্করা জাতীয় পদার্থের মূল উপাদান কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন; শেষের দুইটির আণবিক অনুপাত 2 : 1, অর্থাৎ জলে, H_2O, যে অনুপাতে আছে। ইহা কার্বন ও জলের সংযোজন, কার্বোহাইড্রেট, $C_x(H_2O)_y$, নয়। ডুমা (1843) গ্লুকোজের মাত্রিক বিশ্লেষণ করিয়া ইহার স্থূল সংকেত পাইলেন CH_2O; কার্বোহাইড্রেট নামের উৎপত্তি মনে হয় ইহা হইতে। কিন্তু ইহার ব্যতিক্রম আছে; যেমন র‍্যামনোজ ও ফুকোজ, $C_6H_{10}O_5$; পক্ষান্তরে $C_x(H_2O)_y$ আণবিক সংকেতের অনেক যৌগ কার্বো-হাইড্রেট নয়, যথা ফরম্যালডিহাইড, CH_2O, ল্যাকটিক অ্যাসিড, $C_3H_6O_3$, ইনোসিটল, $C_6H_{12}O_6$, ইত্যাদি। উদ্ভিদ কোষে শ্বেতসার এবং জীবের যকৃতে গ্লাইকোজেন ভাবী কালের শক্তির উৎসরূপে সঞ্চিত থাকে। বায়ুমণ্ডলের কার্বন ডাই-অক্সাইড ও মাটি হইতে জল শুষিয়া উদ্ভিদ প্রতিদিন বিপুল পরিমাণ কার্বোহাইড্রেট আলোর উপস্থিতিতে উৎপাদন করিতেছে। জীবজন্তু ইহা করিতে পারে না; উদ্ভিদ হইতে প্রয়োজনমত আহরণ করে।

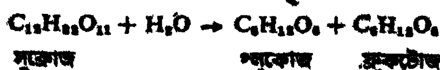
কার্বোহাইড্রেটের আণবিক গঠনে একাধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে; আর আছে অ্যাল-ডিহাইডো বা কিটো গ্রুপ—সাধারণতঃ যুক্ত-শৃংখলে প্রচ্ছন্ন অবস্থায়। ইহাদের নামের শেষে 'ওজ' থাকে যেমন থাকে ধাতুর নামের শেষে 'য়াম'। সরল গঠনের কার্বোহাইড্রেটে কিটো গ্রুপ থাকিলে তাহাকে কিটোজ বলা হয়, ফ্রুকটোজ একটি কিটোজ; অণুতে অ্যাল-ডিহাইডো গ্রুপ থাকিলে, তাহা অ্যালডোজ; দৃষ্টান্ত: গ্লুকোজ। ইহাদের অণুতে পাঁচটি কার্বন থাকিলে তাহাকে পেনটোজ, ছয়টি থাকিলে হেক্সোজ ইত্যাদি বলে। ইহাদের সাধারণ নাম অতিশয় জনপ্রিয়; বিকল্প কোন IUPAC নাম নাই।

কার্বোহাইড্রেট মোটামুটি তিন শ্রেণীতে ভাগ করা হয়: (i) মনোস্যাকারাইড: ইহাদের অণু অনধিক ছয় কার্বন-বিশিষ্ট। ইহারা জলে অতি দ্রবণীয়, স্ফটিকাকার ও কম বেশী মিষ্ট। দৃষ্টান্ত: পেনটোজ, $C_5H_{10}O_5$, ও হেক্সোজ, $C_6H_{12}O_6$. অ্যারা-বিনোজ, $C_5H_{10}O_5$, এবং জাইলোজ, $C_5H_{10}O_5$. উদ্ভিদে আছে পলিমার অ্যারাব্যান, $(C_5H_8O_4)_n$, এবং জাইল্যান, $(C_5H_8O_4)_n$, রূপে। গ্লুকোজ, $C_6H_{12}O_6$, ও ফ্রুকটোজ, $C_6H_{12}O_6$, সুক্রোজের অর্থাৎ ইক্ষু-চিনি ও বীট-চিনির উপাদান।

(ii) ডাইস্যাকারাইড: দুই অণু মনোস্যাকারাইড হইতে এক অণু জল অপসারণে ইহাদের উৎপত্তি। আণবিক গঠন মনোস্যাকারাইডের চেয়ে কিছু জটিলতর। ঈষৎ উষ্ণ, লঘু সালফিউরিক (বা হাইড্রোক্লোরিক) অ্যাসিড ইহাদিগকে আর্দ্র-বিশ্লেষে দ্রুত মূল মনোস্যাকারাইডে বিয়োজিত করে। দৃষ্টান্ত: ইক্ষু- বা বীট-চিনি (সুক্রোজ), $C_{12}H_{22}O_{11}$, এবং শ্বেতসারের উপাদান মলটোজ, $C_{12}H_{22}O_{11}$. ইহারাও স্ফটিকাকার, জলে দ্রবণীয় ও অল্পবিস্তর মিষ্ট। (iii) পলিস্যাকারাইড: বহু মনোস্যাকারাইড অণুর সমবায়ে (প্রতি দুই অণু হইতে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন হইয়া) গঠিত। ইহাদের আণবিক ওজন অত্যধিক এবং গঠন অতিশয় জটিল। সালফিউরিক অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাদিগকে উপযুক্ত পরিবেশে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া মূল মনোস্যাকারাইডে পরিণত করে। ইহারা স্বাদহীন, জলে অদ্রবণীয় এবং আপাত দৃষ্টিতে স্ফটিকাকার নয়। উদাহরণ: স্টার্চ বা শ্বেতসার, $(C_6H_{10}O_5)_n$, সেলুলোজ, $(C_6H_{10}O_5)_n$, প্রভৃতি। মনো- এবং ডাই-স্যাকারাইডকে সাধারণতঃ চিনি (sugar) বলা হয়। উদ্ভিদ জগতে এযাবত শতাধিক মনোস্যাকারাইডের সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। ইহাদের অধিকাংশ পেনটোজ এবং হেক্সোজ; অণুতে অপ্রতিসম কার্বনের সংখ্যা অধিক থাকায় ইহাদের সমাবয়বীর সংখ্যাও অনেক। অনুকূল অবস্থায় ঈস্ট সন্ধান প্রক্রিয়ায় হেক্সোজকে ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে রূপান্তরিত করে কিন্তু পেনটোজকে আক্রমণ করে না। ইহাদিগকে এই উপায়ে চিহ্নিত করা চলে।

গ্লুকোজ, আঙুর ফলের চিনি (grape-sugar), ডেকস্ট্রোজ, $C_6H_{12}O_6$: মুক্ত অবস্থায় মধুতে এবং অধিকাংশ মিষ্ট ফলে পাওয়া যায়। গ্লুকোজ আমাদের রক্তে সামান্য (0.08-0.11%) আছে, মূত্রে নাই। কিন্তু বহুমূত্র রোগীর রক্তে অনেক বেশী থাকে এবং মূত্রে 10% গ্লুকোজ থাকিতে পারে। গ্লুকোজ ইক্ষু- বা বীট-চিনি, ল্যাকটোজ (দুগ্ধ-শর্করা) এবং মলটোজের অন্যতম উপাদান। ইহা সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ, শিল্প ও বাণিজ্যে ইহার উৎপাদন ও ব্যবহার সর্বাধিক।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) ইক্ষু-চিনি হইতে: কাঁচ কূপীতে গুঁড়া চিনি (40 g), গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (4 cc) এবং শোধিত ইথাইল অ্যালকোহল (100 cc) জল-গাহে 50°-60°-তে দুই ঘন্টা গরম করিয়া গ্লুকোজ তৈয়ার হয়। কূপী মাঝে মাঝে ঝাঁকানো দরকার। আর্দ্র-বিশ্লেষে ইক্ষু-চিনির সুক্রোজ সমপরিমাণ গ্লুকোজ এবং ফ্রুকটোজে বিয়োজিত হয়। জলীয় অ্যালকোহলে গ্লুকোজ ফ্রুকটোজ অপেক্ষা কম দ্রবণীয়; ঠাণ্ডা করিলে গ্লুকোজের স্ফটিক দেখা দেয়। কয়েকটি গ্লুকোজ স্ফটিক মিশ্রণে যোগ করিলে তাড়াতাড়ি স্ফটিক গঠিত হয়। পরিস্রুত গ্লুকোজ জলীয় অ্যালকোহল (80%) হইতে পুনরায় কেলাসিত করিয়া শোধন করা চলে।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

সুক্রোজ গ্লুকোজ ফ্রুকটোজ

(২) **শ্বেতসার হইতে:** শিল্পে শ্বেতসার (স্টার্চ) জাতীয় পদার্থ, যথা চাউল, ভুট্টা, গোল আলু প্রভৃতি (যে দেশে যেটি সুলভ) হইতে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয়। গুঁড়া শ্বেতসার ও অতি লঘু (0.5%) সালফিউরিক অথবা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড 4-5 গুণ বায়ু চাপে 145°-160° তাপাংকে দেড় ঘণ্টা গরম করিয়া সোডিয়াম কার্বনেট দ্বারা অ্যাসিড প্রায় প্রশমিত (pH 4-5) করা হয়। পরিস্রুত দ্রবণ সক্রিয় কাঠকয়লা দ্বারা বিরঞ্জিত করিয়া অতি নিম্ন চাপে ঘনীভূত করা হয়।* ঘন সিরাপ, বড় ডেলা কিংবা স্ফটিকের আকারে গ্লুকোজ বাজারে বিক্রী হয়।



$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

স্টার্চ গ্লুকোজ

অতি আধুনিক পদ্ধতিতে উৎসেচকের (enzyme) সাহায্যে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া, শ্বেতসার হইতে অল্প ব্যয়ে গ্লুকোজ তৈয়ার হয়। শ্বেতসারের পাতলা লেই (thin paste) অ্যামাইলেজের (*amylase*) বিক্রিয়ায় 80°-90°-তে সামান্য আম্লিক (pH 5.5-7.0) অবস্থায় আংশিক বিয়োজিত করিয়া বিশেষ জীবাণু (*Aspergillus niger*) দ্বারা 55°-60° তাপাংকে (pH 4.0-4.5) 2-3 দিনে গ্লুকোজে রূপান্তরিত করা হয়। তরল মিশ্রণে বায়ু প্রবাহিত করিলে সন্ধান প্রক্রিয়ার অবসান ঘটে। উৎপাদনের পরিমাণ 97-98.5%, তরল বিরঞ্জিত করিয়া অতি অল্প চাপে পাতিত করিলে গাঢ় দ্রবণ (70% গ্লুকোজ) পাওয়া যায়।

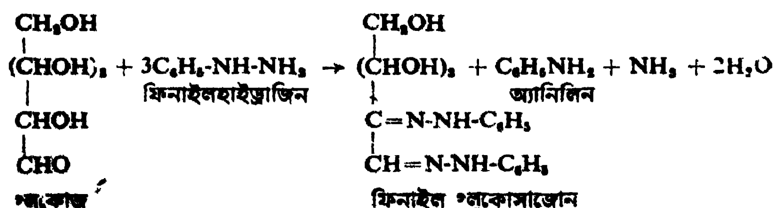
(৩) **সেলুলোজ হইতে:** অন্য পদ্ধতিতে কাঠের কারখানার আবর্জনা যথা করাতের গুঁড়া, কাঠের ছোট টুকরা প্রভৃতি সাধারণ তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (72%) অথবা গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে (42%) দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে যথেষ্ট জল মিশানো হয়। লঘু (4%) অ্যাসিডের দ্রবণ এক ঘণ্টা ফুটাইলে সেলুলোজের আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লুকোজ উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম কার্বনেট দ্বারা অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া ঈস্টের সাহায্যে ইহা হইতে বাণিজ্যিক ইথাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। শক্তি উৎপাদনে ব্যবহৃত হয় বলিয়া ইহাকে পাওয়ার অ্যালকোহল (power alcohol) বলে।

ধর্ম: অনধিক 50° তাপাংকে জলীয় দ্রবণ হইতে প্রস্তুত গ্লুকোজের স্ফটিকে এক অণু জল থাকে (গলনাংক 83°); উচ্চতর তাপাংকে গঠিত স্ফটিক নির্জল, ইহার গলনাংক 146°. স্ফটিক সূচের মত, জলে অতি দ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহলে সামান্য দ্রবণীয়। ইহা ইক্ষু-চিনি অপেক্ষা কম ও সমাবয়বী ফ্রুকটোজের চেয়ে আরও কম মিষ্ট। সুক্রোজের মিষ্টত্ব 100 হইলে, গ্লুকোজের আপেক্ষিক মিষ্টত্ব 74 এবং ফ্রুকটোজের 174. গ্লুকোজ আলোক-সক্রিয় এবং ডান-ঘূর্ণী; তাই ইহার অপর নাম ডেকস্ট্রোজ। ত্রিমাত্রিক গঠন (configuration) ভিন্ন বলিয়া সাধারণ গ্লুকোজের আকৃতি দুইটি, α- ও β-গ্লুকোজ। বাজারের গ্লুকোজ প্রধানতঃ α-। 0° তাপাংকে ইহার

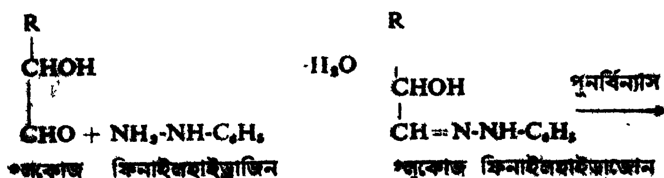
পিরিডিন দ্রবণ হইতে স্ফটিকাকার β-গ্লুকোজ পাওয়া যায়। α-গ্লুকোজের সদ্য-প্রস্তুত জলীয় দ্রবণের আপেক্ষিক ঘূর্ণন +110° কিন্তু ইহা ক্রমশঃ কমিয়া +53°-তে স্থির হয়। পক্ষান্তরে β-গ্লুকোজের সদ্য প্রস্তুত জলীয় দ্রবণের আপেক্ষিক ঘূর্ণন +19°; ইহা ক্রমশঃ বৃদ্ধি পাইয়া +53°-তে স্থির থাকে। জলীয় দ্রবণে বিশুদ্ধ α-গ্লুকোজ দ্রুত β-গ্লুকোজে পরিবর্তিত হয় যতক্ষণ না উভয়ে সাম্য (equilibrium) অবস্থায় পৌঁছে। ইহাতে 34% α-গ্লুকোজ থাকে। তেমনি বিশুদ্ধ β-গ্লুকোজও জলীয় দ্রবণে সাম্য অবস্থায় না পৌঁছান পর্যন্ত α-গ্লুকোজে পরিবর্তিত হইতে থাকে। সাম্য অবস্থায় যে পরিমাণ α-গ্লুকোজ β-গ্লুকোজে পরিবর্তিত হয় ঠিক সেই পরিমাণ β-গ্লুকোজ α-গ্লুকোজে পরিণত হয়। β-গ্লুকোজ সম্বন্ধেও ইহা প্রযোজ্য। ত্রিমাত্রিক গঠনের পরিবর্তন হেতু আলোক-ঘূর্ণনের এই হেরফেরকে মিউটারোটেশন (mutarotation) বা পরিবর্তী ঘূর্ণন বলে। কেবল উভয়ধর্মী (অম্লীয় ও ক্ষারীয়) দ্রাবকেই (যথা জল) এই পরিবর্তন ঘটে।

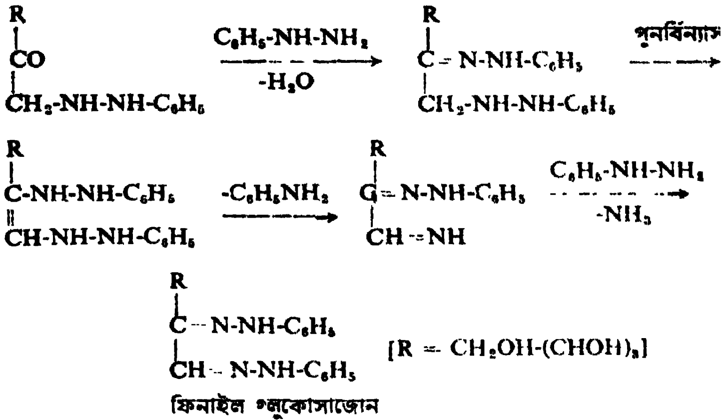
বিক্রিয়া: গ্লুকোজে পাঁচটি অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ এবং একটি প্রচ্ছন্ন অ্যালডিহাইডো গ্রুপ আছে। ইহারা গ্লুকোজের সক্রিয় গ্রুপ; বিবিধ বিক্রিয়ায় গ্লুকোজ অ্যালকোহল অথবা অ্যালডিহাইডরূপে অংশ গ্রহণ করে। গ্লুকোজের আণবিক গঠন ছয়-পরমাণু-বিশিষ্ট (পাঁচটি কার্বন ও একটি অক্সিজেন) যুক্ত-শৃংখল; সুবিধার জন্য এখানে মুক্ত-শৃংখল গঠন ব্যবহার করা হইল।

(১) **ওসাজোন গঠন:** লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে ফিনাইলহাইড্রাজিন (অতিরিক্ত) ও জলীয় গ্লুকোজ প্রায় আট মিনিট জল-গাহে ঈষৎ উষ্ণ করিলে, ফিনাইল গ্লুকো-সাজোনের পীতবর্ণ স্ফটিক (গলনাংক 204°) দেখা দেয়। গ্লুকোজ শনাক্তকরণে ইহা বিশেষ সহায়ক। ফ্রুকটোজও এই ওসাজোন (গলনাংক 204°) গঠন করে, কিন্তু তাহা দেখা দেয় পাঁচ মিনিটের মধ্যে।

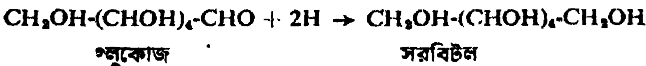


এই বিক্রিয়ার গতিপথ:



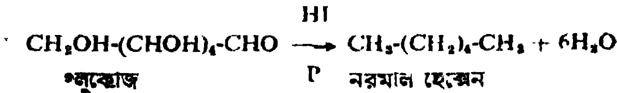


(২) **বিজারণ :** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল হইতে) অথবা অনঘটক এবং হাইড্রোজেন গ্লুকোজকে সরবিটলে বিজারিত করে। আধুনিক বস্ত্র-শিল্পে ইহার চাহিদা আছে। হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ও লাল ফসফরাস গ্লুকোজকে 100° তাপাংকে সরাসরি নরমাল হেক্সেনে রূপান্তরিত করে।



$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO + 2H \rightarrow CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CH_2OH$$

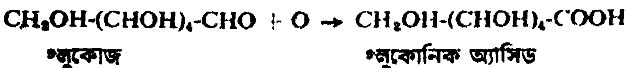
গ্লুকোজ সরবিটল



$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO \xrightarrow[P]{HI} CH_3\text{-}(CH_2)_4\text{-}CH_3 + 6H_2O$$

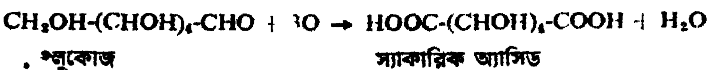
গ্লুকোজ নরমাল হেক্সেন

(৩) **জারণ :** মৃদু জারক (যথা ক্লোরিন অথবা ব্রোমিনের জলীয় দ্রবণ) গ্লুকোজকে গ্লুকোনিক অ্যাসিডে জারিত করে; অ্যালডিহাইডো গ্রুপ, -CHO, কার্বক্সিল গ্রুপে, -COOH, পরিণত হয়। তীব্রতর জারক (যথা উষ্ণ লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড) গ্লুকোজকে স্যাকারিক অ্যাসিডে জারিত করে; প্রাইমারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপও, -CH₂OH, আক্রান্ত হয়। কিন্তু উত্তপ্ত গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড গ্লুকোজকে অকজালিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।



$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO + O \rightarrow CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}COOH$$

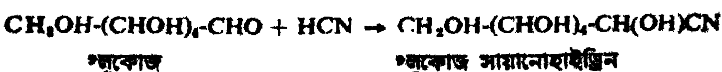
গ্লুকোজ গ্লুকোনিক অ্যাসিড



$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO + 3O \rightarrow HOOC\text{-}(CHOH)_4\text{-}COOH + H_2O$$

গ্লুকোজ স্যাকারিক অ্যাসিড

(৪) **সায়ানোহাইড্রিন গঠন :** অ্যালডিহাইডরূপে গ্লুকোজ হাইড্রোজেন সায়ানাইডের সহিত যথারীতি গ্লুকোজ সায়ানোহাইড্রিন গঠন করে।



$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO + HCN \rightarrow CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CH(OH)CN$$

গ্লুকোজ গ্লুকোজ সায়ানোহাইড্রিন

(৫) **অক্সাইম গঠন :** গ্লুকোজ ও হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের বিক্রিয়ায় গ্লুকোজ-অক্সাইম উৎপন্ন হয়।

$$CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CHO + NH_2OH \rightarrow CH_2OH\text{-}(CHOH)_4\text{-}CH{=}NOH + H$$

গ্লুকোজ গ্লুকোজ-অক্সাইম

(৬) **অ্যাসিটিলেশন :** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড বা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড গ্লুকোজে পাঁচটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ অ্যাসিটিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া গ্লুকোজ পেন্টা-অ্যাসিটেট গঠন করে। নির্জল জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অতিরিক্ত অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও গ্লুকোজ গরম করিলে এই বিক্রিয়া ঘটে।

$$HO\text{-}CH_2\text{-}(CH\text{-}OH)_4\text{-}CHO + 5(CH_3\text{-}CO)_2O \longrightarrow$$

গ্লুকোজ অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড

$$CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}(CH\text{-}OOC\text{-}CH_3)_4\text{-}CHO + 5CH_3COOH$$

গ্লুকোজ পেন্টা-অ্যাসিটেট অ্যাসিটিক অ্যাসিড

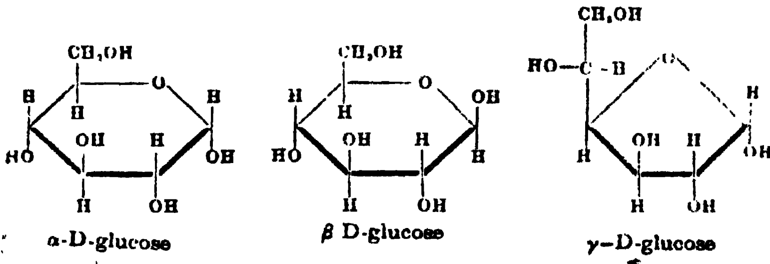
(৭) **বিজারকের ভূমিকায় :** গ্লুকোজের অ্যালডিহাইডো গ্রুপ ইহার অস্থিতিশীল যুক্ত-শৃংখল গঠনে নিয়োজিত ; মৃদু আক্রমণে ইহা মুক্ত-শৃংখল আকার ধারণ করে। এই জন গ্লুকোজ অ্যালডিহাইডের সকল বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না। গ্লুকোজের জলীয় দ্রবণ টোলাঁ বিকারক ও ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে কিন্তু সিফ্ বিকারকের মূল রং ফিরাইয়া আনে না। সোডিয়াম বাইসালফাইটের সহিতও ইহার কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

(৮) **গ্লুকোসেট গঠন :** জলীয় কলিচুন ও গ্লুকোজ ক্যালশিয়াম গ্লুকোসেট, $C_6H_{12}O_6.CaO$, গঠন করে। ইহা জলে অতি দ্রবণীয় কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহলে অদ্রবণীয়। বেরিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিতও গ্লুকোজ গ্লুকোসেট উৎপাদন করে। ইহাদের জলীয় দ্রবণে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে গ্লুকোজ মিলে।

আণবিক গঠন : (i) গ্লুকোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$. (ii) গ্লুকোজ না অম্লীয়, না ক্ষারীয় ; অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের বিক্রিয়ায় গ্লুকোজ পেন্টা-অ্যাসিটেট উৎপন্ন হয়। কাজেই ইহাতে পাঁচটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ রহিয়াছে। (iii) গ্লুকোজ যথেষ্ট স্থিতিশীল ; ইহা হইতে সহজে জল বিচ্ছিন্ন হয় না। অতএব একাধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ একটি কার্বনের সহিত যুক্ত নয়। (iv) ইহা টোলাঁ বিকারক ও ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে এবং অক্সাইম, সায়ানোহাইড্রিন প্রভৃতি গঠন করে। মৃদু জারণে সমসংখ্যক-কার্বন-বিশিষ্ট গ্লুকোনিক অ্যাসিড উৎপাদন করে। সুতরাং ইহাতে একটি অ্যালডিহাইডো গ্রুপ আছে। (v) গ্লুকোজকে জল ও সোডিয়াম অ্যামালগাম সন্নিবিটনে বিজারিত, এবং লাল ফসফরাস ও হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড নরমাল হেক্সেনে রূপান্তরিত করে। ইহাদের আণবিক গঠন ছয়টি কার্বনের মুক্ত-শৃংখল-বিশিষ্ট। অতএব মনে করা স্বাভাবিক যে গ্লুকোজের আণবিক গঠন :

$$CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHO$$

কিন্তু এই গঠন (i) গ্লুকোজের পরিবর্তী ঘূর্ণন, (ii) ইহা হইতে মিথাইল অ্যালকোহল ও নির্জল হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় সমাবয়বী দুইটি মিথাইল গ্লুকোসাইডের উদ্ভব এবং (iii) অ্যালডিহাইডের সকল স্বাভাবিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণে অক্ষমতা (যথা সোডিয়াম বাইসালফাইট, সিফ্ বিকারক ও অ্যামোনিয়ার সহিত ইহার কোন বিক্রিয়া ঘটে না) ব্যাখ্যা করিতে পারে না। হাওয়ার্থের ষড়বাহু-বিশিষ্ট (পাঁচটি কার্বন ও ও একটি অক্সিজেন) যুক্ত-শৃংখল পিরানোজ গঠন (pyranose structure) গ্লুকোজের সর্বজন-স্বীকৃত আণবিক গঠন (ইহাতে অ্যালডিহাইডো গ্রুপ, -CHO, মুক্ত অবস্থায় নাই)। ইহা গ্লুকোজের সকল ধর্ম ও বিক্রিয়ার সুষ্ঠু ব্যাখ্যা করিতে পারে। এই বলয় অস্থিতিশীল; সহজে মুক্ত-শৃংখলে পরিণত হয়। গ্লুকোজের তৃতীয় সমাবয়বী γ-গ্লুকোজের আণবিক গঠন পঞ্চভুজ-বিশিষ্ট যুক্ত-শৃংখল; ইহা চারটি কার্বন ও একটি অক্সিজেন পরমাণু লইয়া গঠিত।



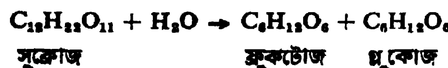
ব্যবহার: গ্লুকোজের অন্যতম প্রধান প্রয়োগ পাউরুটি উৎপাদনে (রুটির উপরের বাদামী শক্ত আবরণ গ্লুকোজের জন্য) এবং রোগীর খাদ্যরূপে। মোটরযানের জ্বালানি, ইথাইল অ্যালকোহল, গ্লুকোজ হইতে তৈয়ার হয়। ভিটামিন সি, সরবিটল ইত্যাদি প্রস্তুত করিতে গ্লুকোজ দরকার হয়। আয়নার রূপালী আস্তরণ করিতেও ইহা আবশ্যক।

শনাক্তকরণ: (i) গ্লুকোজ 50°-60°-তে টোলেন্স বিকারককে এবং ফুটন্ত ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে। (ii) লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে ফিনাইলহাইড্রাজিন ও গ্লুকোজ আট মিনিট গরম করিলে পীতবর্ণ ওসাজোন (গলনাংক 204°) পাওয়া যায়। (iii) গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে গুঁড়া গ্লুকোজ গরম করিলে অঙ্গারে পরিণত হয় কিন্তু সাধারণ তাপাংকে ইহা অবিকৃত থাকে (ইক্ষু-চিনির সহিত পার্থক্য)।

মাত্রিক নিরূপণ: গ্লুকোজ ও ফেলিং দ্রবণের বিক্রিয়া মাত্রিক। নির্দিষ্ট পরিমাণ ফুটন্ত ফেলিং দ্রবণ শঙ্কু কূপীতে লইয়া জলীয় গ্লুকোজ দ্বারা টাইট্রেট করা হয় তরলের নীল রং অদৃশ্য না হওয়া পর্যন্ত। নির্দেশকরূপে মিথিলিন ব্লু ব্যবহার করা চলে; গ্লুকোজ ইহাকে বিরঞ্জিত করে। কাঁচ কূপী স্টীমে পূর্ণ থাকে বলিয়া বায়ুর অক্সিজেন গ্লুকোজকে জারণ করিতে পারে না।

ফ্রুকটোজ, লিভুলোজ, ফ্রুট-সুগার বা ফলের চিনি, $C_6H_{12}O_6$, মুক্ত আকারে মধু ও অনেক মিষ্ট ফলে পাওয়া যায়। গ্লুকোজ এবং ফ্রুকটোজের সমবায়ে ইক্ষু-চিনি বা সুক্রোজ গঠিত। γ-ফ্রুকটোজের পলিমার, ইনুলিন, $(C_6H_{10}O_5)n$, ডালিয়া ফুল-গাছ ও জেরুজালেম আরটিচোকের (সূর্যমুখী জাতীয় গাছ) মূলে আছে।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **চিনি (সুক্রোজ) হইতে:** পরীক্ষাগারে গুঁড়া চিনি ঈষৎ উষ্ণ লঘু অ্যালকোহলীয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ফ্রুকটোজ তৈয়ার হয়। হিমশীতল দ্রবণে জলীয় কলিচুন মিশাইলে ক্যালশিয়াম ফ্রুকটোসেট, $C_6H_{12}O_6.CaO$, অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয়; ক্যালশিয়াম গ্লুকোসেট দ্রবণে থাকে। পরিস্রুত অধঃক্ষেপ জলে প্রলম্বিত করিয়া কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে ইহা ফ্রুকটোজ ও ক্যালশিয়াম কার্বনেটে বিয়োজিত হয়। পরিস্রুত দ্রবণ ঘনীভূত করিয়া কয়েকটি ফ্রুকটোজ স্ফটিক মিশাইলে ধীরে ধীরে ফ্রুকটোজ স্ফটিক দেখা দেয়।



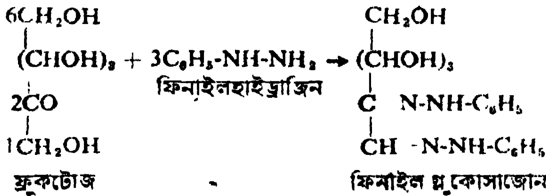
$$\underset{\text{সুক্রোজ}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \rightarrow \underset{\text{ফ্রুকটোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

(২) **ইনুলিন হইতে:** ডালিয়া কিংবা জেরুজালেম আরটিচোক গাছের কন্দ (tuber) পাতলা ফালির আকারে গরম লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া শিল্পে ফ্রুকটোজ তৈয়ার হয়। বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্বারা অম্ল অপসারণের পর পরিস্রুত দ্রবণ নিম্ন চাপে ঘনীভূত করিলে ফ্রুকটোজ স্ফটিক পাওয়া যায়। গরম ইথাইল অ্যাল-কোহল হইতে কেলাসিত ফ্রুকটোজ বিশুদ্ধতর। ইনুলিন অণুতে অনেক ফ্রুকটোজ অণুর সঙ্গে এক অণু গ্লুকোজ থাকে; আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহাও বিমুক্ত হয়।

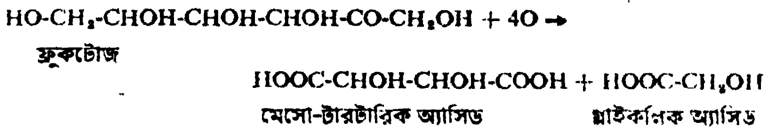
ধর্ম: নির্জল ইথাইল অ্যালকোহল হইতে তৈয়ারী ফ্রুকটোজ (গলনাংক 103°) রম্বাস আকৃতির। জল হইতে কেলাসিত ফ্রুকটোজের আণবিক সংকেত $2C_6H_{12}O_6.H_2O$. ফ্রুকটোজ জলে অতি দ্রবণীয় এবং অতিশয় জলাকর্ষী। ইথাইল অ্যালকোহলে ইহা গ্লুকোজ অপেক্ষা অধিকতর দ্রবণীয়। ফ্রুকটোজ মিষ্টতম চিনি, মধুর (honey) মিষ্টত্ব প্রধানতঃ ইহার জন্য, অপর উপাদান গ্লুকোজের মিষ্টত্ব ইহার অর্ধেকের কম। ফ্রুকটোজ বাম-ঘূর্ণী; গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ চিহ্নিত করিবার সহজতম উপায় ঘূর্ণনের দিক নির্ণয়। সদ্য-প্রস্তুত জলীয় ফ্রুকটোজের আপেক্ষিক ঘূর্ণন, $[\alpha]_D = -133°$; ক্রমশঃ কমিয়া সমাবয়বী α-ফ্রুকটোজ এবং β-ফ্রুকটোজের সাম্য অবস্থায় $[\alpha]_D = -92°$-তে স্থির হয়। ঈস্ট ফ্রুকটোজকেও ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত করে কিন্তু মন্থর গতিতে। ফ্রুকটোজের রাসায়নিক প্রকৃতি ও বিক্রিয়া অনেকাংশে গ্লুকোজের মত।

বিক্রিয়া: (১) **ওসাজোন গঠন:** লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অতিরিক্ত ফিনাইল-হাইড্রাজিন এবং জলীয় ফ্রুকটোজ জল-গাহে ঈষৎ উষ্ণ করিলে পাঁচ মিনিটের মধ্যে ওসা-জোনের হলুদ স্ফটিক দেখা দেয়। ফ্রুকটোজ ও গ্লুকোজের ওসাজোন অভিন্ন। এই তথ্য

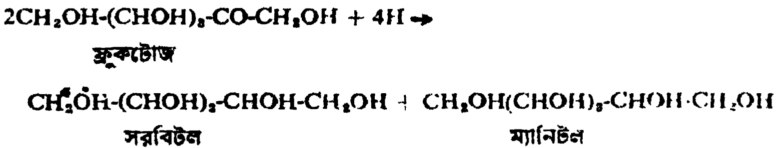
ফ্রুকটোজের আণবিক গঠন নিরূপণ সহজ করিয়াছে। যেহেতু ওসাজোন গঠন উভয় ক্ষেত্রেই 1- এবং 2-সংখ্যক কার্বন পরমাণুতে সীমাবদ্ধ, ইহাদের অবশিষ্ট অংশ অর্থাৎ 3-,4- এবং 5-সংখ্যক কার্বন পরমাণুর হাইড্রোজেন ও হাইড্রক্সিল গ্রুপের ত্রিমাত্রিক বিন্যাস অভিন্ন। 6-সংখ্যক কার্বন অপ্রতিসম নহে, ইহার ত্রিমাত্রিক গঠন গুরুত্বহীন। ফ্রুকটোজ কিটোন; ইহার কার্বনিল গ্রুপ, -CO-, অণুর শেষ প্রান্তে থাকিতে পারে না। এই গ্রুপের অবস্থান 2-সংখ্যক কার্বনরূপে।



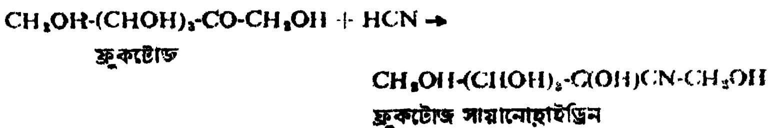
(২) জারণ: জলীয় ব্রোমিনে ফ্রুকটোজ বিকৃত হয় না। নাইট্রিক অ্যাসিড ফ্রুকটোজকে কার্বনিল গ্রুপ বরাবর দ্বিখণ্ডিত করিয়া মেসো-টারটারিক অ্যাসিড ও গ্লাইকলিক অ্যাসিডে বিয়োজিত করে।



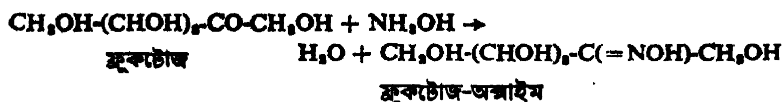
(৩) বিজারণ: জায়মান হাইড্রোজেন (যথা সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল হইতে) অথবা নিকেল এবং চাপপিষ্ট হাইড্রোজেন ফ্রুকটোজকে দুই সমাবয়বী হেক্সাহাইড্রিক অ্যালকোহল, সরবিটল ও ম্যানিটলে, বিজারিত করে।



(৪) সায়ানোহাইড্রিন গঠন: ফ্রুকটোজ কিটোনরূপে হাইড্রোজেন সায়ানাইডের সহিত সায়ানোহাইড্রিন উৎপাদন করে।

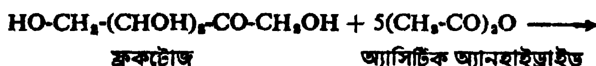


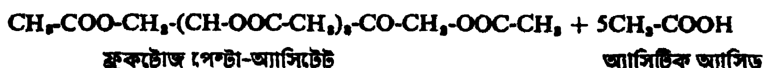
(৫) অক্সাইম উৎপাদন: গ্লুকোজের মত ফ্রুকটোজও হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের সহিত অনুরূপ অক্সাইম গঠন করে।



(৬) **বিজারকের ভূমিকায়;** ফ্রুকটোজ 50°-60°-তে টোলা বিকারককে এবং ফুটন্ত অবস্থায় ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে (কিন্তু সিফ্ বিকারকের রং ফিরাইয়া আনে না)। ফ্রুকটোজের α-হাইড্রক্সি-কিটো গ্রুপ, $-CO\text{-}CH_2OH$, অতি সহজে জারিত হয়। তাই ফ্রুকটোজ নিজে বিজারকের ভূমিকা গ্রহণ করে।

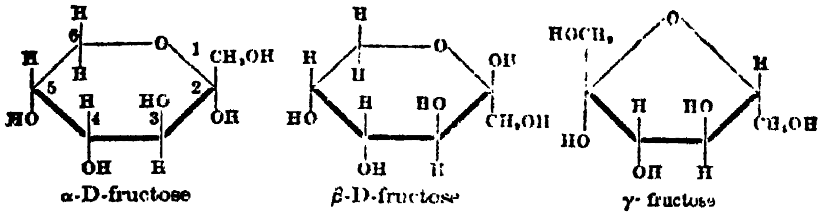
(৭) **অ্যাসিটিলেশন:** নির্জল জিংক ক্লোরাইড অথবা সোডিয়াম অ্যাসিটেটের উপস্থিতিতে ফ্রুকটোজ ও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড গরম করিলে ফ্রুকটোজ পেন্টা-অ্যাসিটেট মিলে।





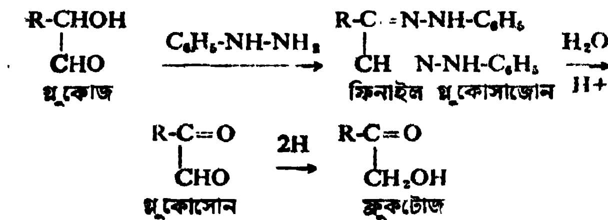
আণবিক গঠন: (i) ফ্রুকটোজের আণবিক সংকেত $C_6H_{12}O_6$. (ii) অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও ফ্রুকটোজ পেন্টা-অ্যাসিটেট গঠন করে, ইহাতে পাঁচটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে। ইহা প্রশম (না অম্লীয়, না ক্ষারীয়), ইহার সকল হাইড্রক্সিল গ্রুপ অ্যালকোহলীয়। ফ্রুকটোজ স্থিতিশীল, একাধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ একই কার্বনের সহিত সংযুক্ত নয়। (iii) ইহা অক্সাইম, সায়ানোহাইড্রিন ইত্যাদি গঠন করে, অতএব ইহাতে একটি কার্বনিল গ্রুপ, $>CO$, আছে। নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে স্বল্পতর-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যাসিডে—মেসো-টারটারিক অ্যাসিড ও গ্লাইকলিক অ্যাসিডে—জারিত করে। অতএব এই কার্বনিল গ্রুপ কিটোন জাতীয়। (iv) বিজারণে ফ্রুকটোজ হইতে সরবিটল ও ম্যানিটল পাওয়া যায়, সুতরাং আপাত দৃষ্টিতে ফ্রুকটোজের ছয়-কার্বন-বিশিষ্ট শৃংখল মুক্ত। (v) ফ্রুকটোজ ও গ্লুকোজ অভিন্ন ওসাজোন গঠন করে, সুতরাং 1- এবং 2-সংখ্যক কার্বন ছাড়া অপর অংশের পারমাণবিক বিন্যাস উভয় অণুতে অবিকল এক। কার্বনিল গ্রুপের অবস্থান 2-সংখ্যক কার্বনরূপে কারণ ইহা দ্বিযোজী। কাজেই ফ্রুকটোজের আণবিক গঠন: $CH_2OH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}CO\text{-}CH_2OH$. কিন্তু ইহা পরিবর্তী ঘূর্ণন ও দুইটি সমাবয়বী মিথাইল ফ্রুকটোসাইডের অস্তিত্ব ব্যাখ্যা করিতে পারে না। হাওয়ার্থ প্রস্তাবিত ফ্রুকটোজের ষড়ভুজ-বিশিষ্ট যুক্ত-শৃংখল গঠন (পাঁচ পরমাণু কার্বন ও এক পরমাণু অক্সিজেনের) ইহার প্রকৃতি ও বিক্রিয়ার সহিত সামঞ্জস্যপূর্ণ। সাধারণ ফ্রুকটোজ β-, α- বা β-ফ্রুকটোজ পুরাপুরি বিশুদ্ধ অবস্থায় তৈয়ার করা সম্ভব হয় নাই। γ-ফ্রুকটোজ প্রকৃতিতে থাকে মুক্ত অবস্থায় (যেমন সুক্রোজে), আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহার গঠন ষড়ভুজ আকার ধারণ করে।

শনাক্তকরণ: (i) গ্লুকোজের মত ফ্রুকটোজ ঈষৎ উষ্ণ টোলেন্স বিকারক এবং ফুটন্ত অবস্থায় ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে। (ii) ফ্রুকটোজের ওসাজোন পাঁচ মিনিটে দেখা



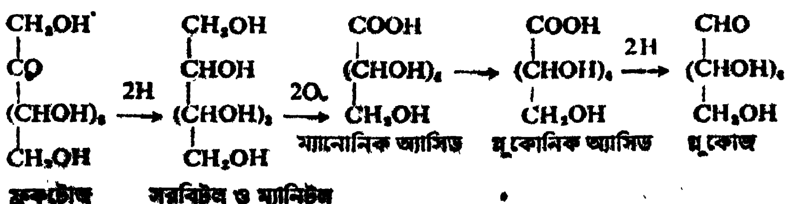
দেয়, গ্লুকোজের ওসাজোন আট মিনিটে যদিও উভয় ওসাজোন এক। (iii) ফ্রুকটোজের লঘু জলীয় দ্রবণ, সদ্য-প্রস্তুত জলীয় অ্যামোনিয়াম মলিবডেট এবং কয়েক ফোঁটা অ্যাসিটিক অ্যাসিড ফুটন্ত জল-গাহে গরম করিলে 3-4 মিনিটে তরল সবুজাভ গাঢ় নীল রং হয়। (iv) ফ্রুকটোজ বাম-ঘূর্ণী (গ্লুকোজ ডান-ঘূর্ণী)।

গ্লুকোজের ফ্রুকটোজে রূপান্তর: (i) লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে অতিরিক্ত ফিনাইলহাইড্রাজিন ও গ্লুকোজ জল-গাহে গরম করিলে ফিনাইল গ্লুকোসাজোন গঠিত হয়। (ii) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে গ্লুকোসোন নামক কিটো-অ্যালডিহাইডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। (iii) জিংক চূর্ণ ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড গ্লুকোসোনকে ফ্রুকটোজে বিজারিত করে।

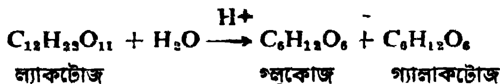




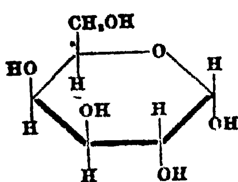
ফ্রুকটোজের গ্লুকোজে রূপান্তর: (i) নিকেল ও হাইড্রোজেন ফ্রুকটোজকে সরবিটল ও ম্যানিটলে বিজারিত করে। (ii) লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ম্যানিটলকে ম্যানোনিক অ্যাসিডে জারিত করে। পিরিডিনসহ গরম করিলে ইহার আংশিক পুনর্বিন্যাস ঘটে এবং সমাবয়বী গ্লুকোনিক অ্যাসিড গঠিত হয়। গ্লুকোনিক অ্যাসিড বিজারিত করিলে গ্লুকোজ পাওয়া যায়।



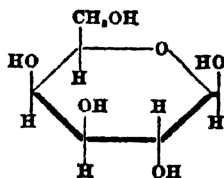
গ্যালাকটোজ, $C_6H_{12}O_6$, পলিমার গ্যালাকট্যানরূপে উদ্ভিদে আছে; দুগ্ধ-শর্করা ল্যাকটোজের ইহা অন্যতম উপাদান (*gala*, দুধ)। আমাদের মস্তিষ্কেও ইহা আছে, তাই অপর নাম মস্তিষ্ক-শর্করা। ল্যাকটোজকে ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া আংশিক কেলাসনে গ্যালাকটোজ তৈয়ার হয়। গ্লুকোজ অপেক্ষা ইহা জলে কম দ্রবণীয় বলিয়া প্রথমে স্ফটিকাকারে দেখা দেয়।



গ্যালাকটোজের প্রিজম-আকৃতি স্ফটিকে (গলনাংক 119°) এক অণু জল থাকে; নির্জল শর্করার গলনাংক 166°। ইহা ডান-ঘূর্ণী, $[\alpha]_D$ $+80.3°$ (স্থির অংক); সাম্যাবস্থায় α-গ্যালাকটোজ, $[\alpha]_D$ $+145°$, এবং β-গ্যালাকটোজের, $[\alpha]_D = +54°$, মিশ্রণ। ফ্রুকটোজ ও গ্লুকোজ অপেক্ষা ইহার মিষ্টত্ব কম। বিজারণে ডুলসিটল, $C_6H_{14}O_6$, এবং জারণে গ্যালাকটোনিক অ্যাসিড ও তার পর মিউ.ক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহার ওসাজোন দেখা দেয় 30 মিনিটের মধ্যে; গলনাংক 194°। সমাবয়বী গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজের মত ইহাও ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে এবং পেন্টা-অ্যাসিটেট গঠন করে।



α-D-galactose



β-D-galactose

ইক্ষু-শর্করা, সুক্রোজ (cane-sugar বা beet-sugar), $C_{12}H_{22}O_{11}$. প্রধানতঃ ইক্ষু, বীটমূল, ম্যাপল গাছ ও তাল জাতীয় বৃক্ষে পাওয়া যায়। কলা, কমলা, পীচ, আনারস প্রভৃতি মিষ্ট ফলেও সুক্রোজ আছে। সাধারণতঃ গ্রীষ্মপ্রধান দেশে ইক্ষু হইতে এবং শীতপ্রধান দেশে বীট হইতে চিনি (সুক্রোজ) তৈয়ার হয়। সারা দুনিয়ায় উৎপন্ন চিনির এক তৃতীয়াংশ বীট হইতে এবং বাকী অংশ ইক্ষু হইতে পাওয়া যায়।

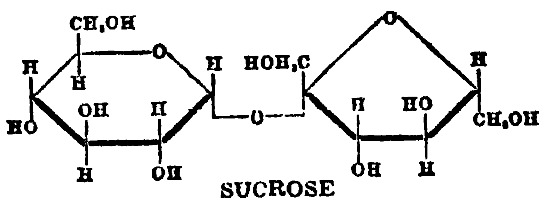
ইক্ষু হইতে: টুকরা আখ রোলারে পেষণ করিয়া (প্রয়োজনমত জল ছিটাইয়া) রস বাহির করা হয়। আখের আঁশযুক্ত কঠিন অংশ, বাগাস (bagasse), সাধারণতঃ চুল্লির কলে বয়লারের জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। ইদানীং ইহা হইতে সেলুটেক্স (উত্তাপ-সাধারণ বোর্ড) এবং কাগজ তৈয়ার হইতেছে। আখের রসে প্রায় 15% চিনি (রকম ভেদে আখে থাকে 12-19%)। ইহার সহিত সামান্য জৈব অ্যাসিড, প্রোটিন, ইত্যাদি, রঞ্জন-দ্রব্য এবং অদ্রবণীয় কিছু পদার্থ জলে প্রলম্বিত অবস্থায় থাকে।

পরিস্রুত তরলে কলিচুন মিশাইলে অ্যাসিড প্রশমিত এবং ফসফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। অতঃপর তরলে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে ক্যালশিয়াম কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত এবং ক্যালশিয়াম সুক্রোসেট মুক্ত সুক্রোজে পরিণত হয়। উপরের ও নিচের গাদ অপসারণের পর তরলে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে ইহা প্রায় বিরঞ্জিত হয়। অতি নিম্ন চাপে ঘনীভূত করিলে চিনির স্ফটিক দেখা দেয়। সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রের সাহায্যে চিটাগুড় হইতে স্ফটিক পৃথক করিয়া ইহার জলীয় দ্রবণ সক্রিয় কাঠ-কয়লার ভিতর দিয়া প্রবাহিত করা হয়। বিরঞ্জিত তরল পুনরায় বায়ুশূন্য পাত্রে ঘনীভূত করিলে নির্মল ইক্ষু-চিনির স্ফটিক (সুক্রোজ) পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 9.5% (আখের ওজনের)। অধিকাংশ চিটাগুড় সন্ধান প্রক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করা হয়। কিছু অংশ গ্রামদেশে হুকার তামাকে মিশানো হয়। জাভার তুলনায় ভারতীয় আখে চিনির পরিমাণ অনেক কম। একর প্রতি আখের ফলনও যথেষ্ট নয়। কাজেই আমাদের দেশে চিনির উৎপাদন মূল্য বেশী।

ধর্ম: জল হইতে তৈয়ারী নির্জল সুক্রোজ স্ফটিকের গলনাংক 185° কিন্তু মিথানল হইতে গঠিত সুক্রোজ স্ফটিকের গলনাংক 169°। ইহা জলে অতি দ্রবণীয় কিন্তু ইথার ও অ্যালকোহলে প্রায় অদ্রবণীয়। সুক্রোজ ডান-ঘূর্ণী, আপেক্ষিক ঘূর্ণন $[\alpha]_D = +66.5°$; জলীয় দ্রবণে ঘূর্ণনের কোন পরিবর্তন ঘটে না। ইহা টোলেন বিকারক কিংবা ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। ঈষৎ উষ্ণ লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড সুক্রোজকে আর্দ্র-বিশ্লেষে সমপরিমাণ গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজে বিয়োজিত করে। সাধারণ তাপাংকে উৎসেচক ইনভারটেসের (invertase) ক্রিয়াও অনুরূপ। মিশ্রণ বাম-ঘূর্ণী, আঃ ঘূঃ $[\alpha]_D = -20°$। ডান-ঘূর্ণী সুক্রোজ আর্দ্র-বিশ্লেষে বাম-ঘূর্ণীতে রূপান্তরিত হয় বলিয়া প্রক্রিয়ার নাম ইনভারসন (inversion) এবং গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজের এই মিশ্রণকে বলে ইনভার্ট সুগার। ইহা সুক্রোজের চেয়ে মিষ্টতর; সুতরাং মধুর বিকল্প এবং শিশু ও রুগীর খাদ্য; খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণেও ইহা ব্যবহৃত হয়। গলনাংকের ঊর্ধে উত্তপ্ত করিয়া ঠাণ্ডা করিলে সুক্রোজ হইতে চিনির বিকল্প বার্লি-সুগার পাওয়া যায়; রং হালকা হলুদ, দেখিতে কাঁচের মত। 200° তাপাংকের কাছাকাছি সুক্রোজ আংশিক নিরুদনে সুগন্ধি বাদামী ক্যারামেল গঠন করে। বিবিধ মিষ্ট-দ্রব্য ও পানীয় রং করিতে ইহা দরকার। উচ্চতর তাপাংকে সুক্রোজ অঙ্গারে পরিণত হয়; গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডও সাধারণ তাপাংকে সুক্রোজকে অঙ্গারে নিরুদিত করে। ঈষৎ উষ্ণ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে অকজালিক অ্যাসিডে জারিত করে; বিজারণে সরবিটল ও ম্যানিটল মিলে। ইস্টে ইনভারটেস না থাকিলে সুক্রোজ দ্রবণে সন্ধান বিক্রিয়া ঘটে না। ফুটন্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে লিভুলিনিক অ্যাসিডে, $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$, বিয়োজিত করে। সুক্রোজে মুক্ত অ্যালডিহাইডো কিংবা কিটো গ্রুপ অনুপস্থিত; কাজেই

ইহা সায়ানোহাইড্রিন বা ওসাজোন গঠন করে না। নির্জল জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে সুক্রোজ ও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড সুক্রোজ অক্টা-অ্যাসিটেট গঠন করে। অতএব সুক্রোজে আটটি অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে কারণ প্রথম সুক্রোজে কোন কার্বক্সিল গ্রুপ নাই। কলিচুন ও সুক্রোজ হইতে ক্যালশিয়াম সুক্রোসেট, $C_{12}H_{22}O_{11}.3CaO.6H_2O$, পাওয়া যায়। বেরিয়াম ও স্ট্রনশিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়াও অনুরূপ, স্ট্রনশিয়াম সুক্রোসেট জলে অদ্রবণীয়। বীটের চিটাগুড় হইতে অবশিষ্ট সুক্রোজ উদ্ধার করিতে ইহা সহায়ক।

আণবিক গঠন: (i) সুক্রোজের আণবিক সংকেত $C_{12}H_{22}O_{11}$. (ii) আর্দ্র-বিশ্লেষে এক অণু জল সংযোজিত হয় এবং এক অণু গ্লুকোজ ও এক অণু ফ্রুকটোজ পাওয়া যায়। আপেক্ষিক ঘূর্ণন ও বিক্রিয়ার গতি-বেগের পরিমাপ হইতে বুঝা যায় ইহাতে α-গ্লুকোজ এবং γ-ফ্রুকটোজ আছে। (iii) সুক্রোজ অকটা-অ্যাসিটেট হইতে আটটি হাইড্রক্সিল গ্রুপের অস্তিত্ব সূচিত হয়। (iv) সুক্রোজ বিজারক নয়, ইহাতে প্রচ্ছন্ন অ্যালডিহাইডো বা কিটো গ্রুপ নাই। অতএব গ্লুকোজের কার্বন-1 এবং ফ্রুকটোজের কার্বন-2 উভয় অণুর বন্ধন-সেতু রচনা করিয়াছে। (v) অকটামিথাইল-সুক্রোজ আর্দ্র-বিশ্লেষে 2,3,4,6-টেট্রামিথাইলগ্লুকোজ এবং 1,3,4,6-টেট্রামিথাইল-ফ্রুকটোজে বিয়োজিত হয়। সুতরাং গ্লুকোজের কার্বন-5 এবং ফ্রুকটোজের কার্বন-5 সংলগ্ন কোন হাইড্রক্সিল গ্রুপ সুক্রোজে নাই। ইহারা নিজ নিজ অণুতে যুক্ত-শৃংখল গঠন করিয়াছে। নিম্নে বর্ণিত সুক্রোজের গঠন এই সকল তথ্যের সহিত সঙ্গতিপূর্ণ। 1953 খৃষ্টাব্দে সংশ্লেষণ দ্বারা ইহা সমর্থিত হইয়াছে।



SUCROSE

ব্যবহার: চিনি আমাদের প্রাত্যহিক খাদ্য (1 g চিনি 3.96 ক্যালোরি তাপশক্তি দেয়)। স্বচ্ছ সাবান ও কাগজ তৈয়ার করিতে চিনি প্রয়োজন। অতি তিক্ত সুক্রোজ অক্টা-অ্যাসিটেট বাণিজ্যিক ইথাইল অ্যালকোহলে মিশানো হয়। ইহা প্লাস্টিক নমনীয় ও বস্ত্র অনমনীয় করে। সুক্রোজ মনোস্টিয়ারেট কৃত্রিম পরিষ্কারক (synthetic detergent) রূপে ব্যবহৃত হয়।

শনাক্তকরণ: (i) সুক্রোজ টোলেঁ বিকারক কিংবা ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না, কিন্তু লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষের পর প্রশমিত দ্রবণ উভয়কেই বিজারিত করে। (ii) উত্তাপে সুক্রোজ সুগন্ধি বাদামী ক্যারামেলে পরিণত হয়; সাধারণ তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড সুক্রোজকে অঙ্গারে নিরুদিত করে।

(iii) সুক্রোজের ক্ষারীয় দ্রবণে ডায়াজো-ইউর‍্যাসিল (diazo-uracil) মিশাইলে নীলাভ সবুজ রং দেখা দেয় (কিন্তু সমাবয়বী ল্যাকটোজ বা মলটোজের দ্রবণ অবিকৃত থাকে)।

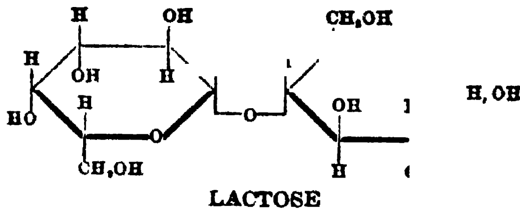
মাত্রিক নিরূপণ: (i) কারখানায় ইক্ষুরসে চিনির পরিমাণ দ্রুত নির্ণয়ের জন্য পোলারিমিটারে ঘূর্ণনের অনুপাতে চিনির পরিমাণ দেখানো থাকে। (ii) লঘু উষ্ণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা সুক্রোজকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া ফেলিং দ্রবণের সাহায্যে উৎপন্ন গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। ইহা হইতে সুক্রোজের পরিমাণ পাওয়া যায়।

গ্লুকোজ, ফ্রুকটোজ ও সুক্রোজের ভৌত ধর্ম

	গ্লুকোজ	ফ্রুকটোজ	সুক্রোজ
গলনাংক	146°	103°	169°-185°
ফেলিং দ্রবণ	বিজারিত করে	বিজারিত করে	বিজারিত করে না
আপেক্ষিক ঘূর্ণন	+53°	-92°	+66.5°
পরিবর্তী ঘূর্ণন	দেখায়	দেখায়	দেখায় না
ফিনাইলহাইড্রাজিনের সহিত	ফিনাইল গ্লুকো-সাজোন দেয়	ফিনাইল গ্লুকো-সাজোন দেয়	নিষ্ক্রিয় থাকে
নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারণে	স্যাকারিক অ্যাসিড মিলে	মেসো-টারটারিক অ্যাসিড ও গ্লাই-কলিক অ্যাসিড মিলে	অকজালিক অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়
গরম অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে অ্যামো-নিয়াম মলিবডেট	10 মিনিটে হালকা সবুজাভ নীল দেখায়	3-4 মিনিটে সবুজাভ গাঢ় নীল দেখায়	অবিকৃত থাকে
জলীয় ব্রোমিনে	গ্লুকোনিক অ্যাসিডে জারিত হয়	নিষ্ক্রিয় থাকে	নিষ্ক্রিয় থাকে
ডাই-ইথাইল ইথারে	অদ্রবণীয়	দ্রবণীয়	অদ্রবণীয়

ল্যাকটোজ, দুগ্ধ-শর্করা, $C_{12}H_{22}O_{11}$, সুক্রোজের সমাবয়বী; মাতৃ-দুগ্ধে (6-8%), গরুর দুগ্ধে (4-6%) ও আমাদের মস্তিষ্কে আছে কিন্তু কোন উদ্ভিদে নাই। পনির উৎপাদনের উপজাত তরল হইতে স্নেহ পদার্থ ও অবশিষ্ট প্রোটিন অপসারণের পর বায়ু-

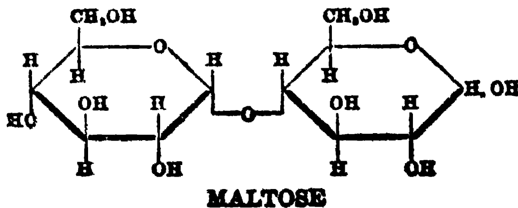
শূন্য পাত্রে ঘনীভূত করিলে ল্যাকটোজের স্ফটিক দেখা দেয়। জান্তব কার্বন চূর্ণ দ্বারা বিরঞ্জিত করিয়া জল হইতে কেলাসনে বিশুদ্ধ ল্যাকটোজ পাওয়া যায়। জল হইতে অনধিক 93.5° তাপাংকে রম্বাস-আকৃতি α-ল্যাকটোজ (এক অণু জলসহ) এবং উচ্চতর তাপাংকে নির্জল β-ল্যাকটোজ মিলে। 130°-তে নির্জল হইয়া 205°-তে আংশিক বিয়োজনসহ গলে। ল্যাকটোজ জলে অল্প দ্রবণীয়, ইথার ও নির্জল ইথানলে অদ্রবণীয়। দেখিতে বালির মত; তাই ইহাকে বালি-শর্করা (sand-sugar) বলে। ল্যাকটোজের আপেক্ষিক ঘূর্ণন, $[\alpha]_D = +53.3°$ (সাম্যাবস্থায় α- ও β-র মিশ্রণের)। ইহা সন্ধান প্রক্রিয়ায় ল্যাকটিক অ্যাসিড উৎপাদন করে। ল্যাকটোজের



LACTOSE

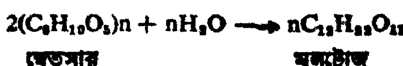
মিষ্টত্ব সুক্রোজের 39 শতাংশ মাত্র। এক অণু গ্লুকোজ ও এক অণু গ্যালাকটোজ দ্বারা ল্যাকটোজ গঠিত। ইহা ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে, ওসাজোন (গলনাংক 200°) গঠন করে এবং জারণে স্যাকারিক ও মিউসিক অ্যাসিড উৎপাদন করে। ইহার আণবিক গঠন নিচে দেওয়া হইল; 1942 খৃস্টাব্দে ল্যাকটোজ সংশ্লেষণ করা হইয়াছে। হোমিওপ্যাথিক ও বাইয়োকেমিক ঔষধের বড়ি ল্যাকটোজ হইতে প্রস্তুত হয়। ল্যাক-টোজ অকটা-অ্যাসিটেট বিস্ফোরক। আয়না তৈয়ারী করিতে ল্যাকটোজ ব্যবহৃত হয়।

মলটোজ, মল্ট-শর্করা, $C_{12}H_{22}O_{11}.H_2O$, বার্লি হইতে প্রস্তুত মল্টের প্রধানতম উপাদান; সয়াবিনে ইহা পাওয়া যায়। আমাদের মুখের লালা (ইহাতে অ্যামাইলেজ, amylase বা ptyalin, আছে) শ্বেতসারকে মলটোজে পরিণত করিয়া হজমে



MALTOSE

সাহায্য করে। ইহা শিশু ও রোগীর খাদ্য। মিষ্টত্ব সামান্য, সুক্রোজের 32% মাত্র। শ্বেতসার হইতে সন্ধান প্রক্রিয়ায় মলটোজ প্রস্তুত হয়।



$$2(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow nC_{12}H_{22}O_{11}$$

শ্বেতসার মলটোজ

স্ফটিকাকার মলটোজে এক অণু জল আছে (গলনাংক 102°); ইহা জলে অতি দ্রবণীয় কিন্তু ইথানলে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহার আপেক্ষিক ঘূর্ণন, $[\alpha]_D = +136^\circ$ (সাম্যাবস্থায়)। ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে কেবল গ্লুকোজে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। ঔষধে ব্যবহৃত মলটের নির্যাসে মলটোজ প্রধান উপাদান; আইসক্রীম ও চকোলেট তৈয়ার করিতে মলট সিরাপ প্রয়োজন।

স্টার্চ বা শ্বেতসার, অ্যামাইলাম, $(C_6H_{10}O_5)_n$, সংরক্ষিত খাদ্য হিসাবে উদ্ভিদের বীজ, মূল, কন্দ প্রভৃতির কোষে অতি ক্ষুদ্র কণিকার আকারে সঞ্চিত থাকে। ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদের শ্বেতসার কণিকার আকৃতি ও আয়তন বিভিন্ন; গোল আলুর শ্বেতসার কণিকা আয়তনে বৃহত্তম এবং চাউলের কণিকা ক্ষুদ্রতম। প্রধানতঃ গম (শ্বেতসার 60-70 %), চাউল (75 %), ভুট্টা (65-70 %) এবং গোল আলু (15-20 %) হইতে শ্বেতসার তৈয়ার হয়। ট্যাপিওকা, সাগু, অ্যারারুট, মিষ্ট আলু প্রভৃতিতেও যথেষ্ট শ্বেতসার আছে।

শিল্পোৎপাদন: আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে ভুট্টা হইতে, ইউরোপে গোল আলু হইতে এবং জাপানে চাউল হইতে শ্বেতসার উৎপন্ন হয়। প্রস্তুতির মূল উদ্দেশ্য এই সকল পদার্থ হইতে সেলুলোজ, প্রোটিন, তৈল প্রভৃতির অপসারণ। ভুট্টার দানা সালফার ডাই-অক্সাইডের জলীয় দ্রবণে 50°-তে ধোয়া প্রথম ধাপ। গুঁড়া ভুট্টা প্রচুর জলের সহিত মিশাইলে ইহার হালকা বহিরাবরণ ভাসিয়া উঠে; ইহা হইতে চাপকের সাহায্যে ভোজ্য তৈল নিষ্কাশিত হয়। অধঃক্ষিপ্ত ভারী অংশ পেষণ যন্ত্রে অতি সূক্ষ্ম চূর্ণ করিয়া আবার প্রচুর জলের সহিত মিশানো হয়। নাইলনের চালুনির সাহায্যে খোসা হইতে শ্বেতসার কণিকা পৃথক করিয়া কিছু কাল অপেক্ষা করিলে অপরিশুদ্ধ শ্বেতসার অধঃক্ষিপ্ত হয়। উপর হইতে জল অপসারিত করিয়া সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রের সাহায্যে শ্বেতসার প্রায় শুষ্ক করা হয়। এই সময় অপেক্ষাকৃত লঘু গ্লুটেন হইতে ভারী শ্বেতসার দূরে নিক্ষিপ্ত হইয়া পৃথক হয়। গ্লুটেন (প্রোটিন) পশু-খাদ্যের মূল্যবান উপাদান। অবশেষে ইহার উপর দিয়া তপ্ত বায়ু প্রবাহিত করিলে শুষ্ক শ্বেতসার পাওয়া যায়। ইহা নির্জল নহে কারণ বায়ুর আর্দ্রতার উপর শ্বেতসারের আর্দ্রতা নির্ভরশীল। আপাত শুষ্ক শ্বেতসারেও 10-20 % বিশোষিত জল থাকিতে পারে। শীতের দুপুরে এই আর্দ্রতা সর্বাপেক্ষা কম, বর্ষার দিনে সব চেয়ে বেশী। শ্বেতসার-ধোয়া-জল হইতে গ্লুটেন (প্রোটিন) উদ্ধার করিয়া পাউরুটিতে মিশানো কিংবা পশু-খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

ধর্ম: বিরঞ্জিত শ্বেতসার ধবধবে সাদা, ইহার না আছে গন্ধ, না আছে স্বাদ। ইহা অনিয়তাকার (amorphous), জলাকর্ষী কিন্তু শীতল জলে অদ্রবণীয়। গরম জলে (70°-90° তাপাংকে) শ্বেতসার কণিকা স্ফীত হইতে থাকে; সেলুলোজের ক্ষীণ বহিরাবরণ বিদীর্ণ হয় এবং শ্বেতসার জেল-এর আকার ধারণ করে। ইহার পরিস্রুত জলীয় দ্রবণে নরমাল বিউটাইল অ্যালকোহল মিশাইলে দ্রবণীয় শ্বেতসার

(soluble starch) বা অ্যামাইলোজের (amylose) অতি সূক্ষ্ম স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়। পরিস্রুত করিয়া ইহা পৃথক করিবার পর অবশিষ্ট দ্রবণে মিথাইল অ্যালকোহল মিশাইলে, শ্বেতসারের অপর উপাদান, অ্যামাইলোপেকটিন (amylopectin), অধঃক্ষিপ্ত হয়। অতি লঘু আইয়োডিন দ্রবণে জলীয় শ্বেতসারের এক ফোঁটা যোগ করিলে দ্রবণ গাঢ় নীল দেখায়। আইয়োডিন-ঘটিত টাইট্রেশনে দ্রবণীয় শ্বেতসার নির্দেশকের কাজ করে। নীল রং উত্তাপে অদৃশ্য হয়, শীতল অবস্থায় আবার ফিরিয়া আসে। অতি লঘু আইয়োডিন দ্রবণে অ্যামাইলোপেকটিন যোগ করিলে ইহা লাল কিংবা বেগুনী দেখায়। অ্যামাইলোজের আণবিক গঠন সরল রেখাকৃতির দীর্ঘ শৃংখল, বহুসংখ্যক α-গ্লুকোজ অণু দ্বারা ইহা গঠিত। পক্ষান্তরে অ্যামাইলোপেকটিনের আণবিক গঠন বহু-শাখাবিশিষ্ট; ইহাও বহুসংখ্যক α-গ্লুকোজ অণুর সমবায়ে গঠিত। শ্বেতসারের প্রধান অংশ অ্যামাইলোপেকটিন; ইহার পরিমাণ গোল আলুর শ্বেতসারে 80%, বার্লির 78% ও গমের 74%. অ্যামাইলোজ ডান-ঘূর্ণী (আঃ ঘূঃ $+150°$)। উভয়ের আণবিক ওজন অত্যধিক; ইহার পরিমাণ সঠিক নির্ণয় করা কঠিন। ভুট্টা ও গোল আলুর শ্বেতসারের অ্যামাইলোজের ওজন-ভিত্তিক আণবিক পরিমাণ যথাক্রমে 0.31×10^6 ও 1.9×10^6 (light scattering পদ্ধতিতে), এবং ইহাদের অ্যামাইলোপেকটিনের যথাক্রমে 1500×10^6 ও 315×10^6. উত্তাপে শ্বেতসার গলে না (কাজেই ইহার কোন গলনাংক নাই); প্রবল উত্তাপে ইহা অঙ্গারে পরিণত হয়। শ্বেতসারের জলীয় দ্রবণ টোলাঁ বিকারক অথবা ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না। ফুটন্ত লঘু হাইড্রোক্লোরিক (বা সালফিউরিক) অ্যাসিড শ্বেতসারকে গ্লুকোজে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। এই বিয়োজন প্রায় যান্ত্রিক। অ্যাসিড, বিশেষতঃ এনজাইম, শ্বেতসারকে ধাপে ধাপে ভাঙে:

$$\text{শ্বেতসার} \xrightarrow{H_2O} \text{ডেক্সট্রিন} \xrightarrow{H_2O} \text{মলটোজ} \xrightarrow{H_2O} \text{গ্লুকোজ}$$

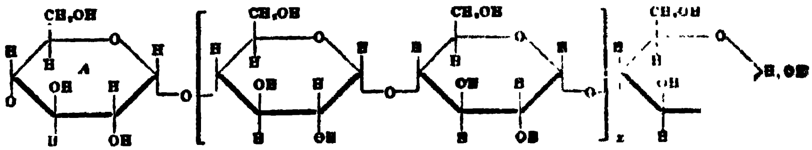
ফুটন্ত লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড শ্বেতসারকে 20 মিনিটে সরাসরি গ্লুকোজে বিয়োজিত করে।

$$\underset{\text{শ্বেতসার}}{(C_6H_{10}O_5)n} + nH_2O \longrightarrow \underset{\text{গ্লুকোজ}}{nC_6H_{12}O_6}$$

ব্যবহার: প্রাকৃতিক শ্বেতসার—ভাত, রুটি, পাউরুটি, আলু প্রভৃতি—আমাদের শক্তি যোগায়। সূতীবস্ত্রে, কাগজে, ধোলাই কাজে প্রচুর শ্বেতসার সাইজ (size) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ইহা হইতে শিল্পে গ্লুকোজ ও ইথানল তৈয়ার হয়। প্রসাধন দ্রব্যের (পাউডার) ইহা অন্যতম উপাদান। স্টার্চ নাইট্রেট বিস্ফোরক। স্টার্চ অ্যাসিটেট নানাবিধ মিষ্ট খাদ্যে মিশানো হয়; ইহা স্বচ্ছ, দেখিতে জিলাটিনের মত।

সনাক্তকরণ: (i) জলীয় শ্বেতসারে এক ফোঁটা লঘু আইয়োডিন দ্রবণ যোগ করিলে দ্রবণ গাঢ় নীল দেখায়। এই রং উত্তাপে অদৃশ্য হয়, ঠাণ্ডা করিলে ফিরিয়া আসে। (ii)

ইহার জলীয় দ্রবণ টোলেঁা বিকারক কিংবা ফেলিং দ্রবণকে বিজারিত করে না কিন্তু ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষের পর উভয়কে বিজারিত করে।



অ্যামাইলোজ

ডেকস্ট্রিন, $(C_6H_{10}O_5)_n$, $120°$ তাপাংকের কাছাকাছি আম্লিক অনুঘটকের উপস্থিতিতে শ্বেতসার ধীরে গরম করিয়া তৈয়ার হয়। ইহা হালকা হলুদ, আঁঠালো, অনিয়তাকার এবং জলে দ্রবণীয়। ইহার বাণিজ্যিক গুরুত্ব কাগজের কারখানায় (size রূপে), বস্ত্র মুদ্রণে ও আঁঠা হিসাবে (ডাক টিকিটে)। ইহার জলীয় দ্রবণে আইয়োডিন মিশাইলে রং নীল বা লাল দেখায়, অথবা আইয়োডিনের রং অপরিবর্তিত থাকে; ইহা নির্ভর করে শ্বেতসারের বিয়োজনের মাত্রার উপর।

সেলুলোজ. $(C_6H_{10}O_5)_n$: মোটামুটি হিসাবে পৃথিবীর বায়ুমণ্ডলে কার্বন ডাই-অক্সাইডের পরিমাণ ভূপৃষ্ঠে সেলুলোজের (আনুমানিক 1100 বিলিয়ন কিলোগ্রাম) প্রায় দ্বিগুণ। উদ্ভিদ কোষের মুখ্য উপাদান সেলুলোজ; বৃক্ষের কাঠামো প্রধানতঃ সেলুলোজ ও লিগনিন দ্বারা গঠিত। কার্পাস তুলা প্রায় বিশুদ্ধ সেলুলোজ। শিল্পোৎপাদনের প্রধান কাঁচা মাল নানাবিধ কাঠ (সেলুলোজ প্রায় 50%), আখের ছোবড়া ও বাঁশ; তিসির আঁশ (80%), পাট (65%), শণ (80%) প্রভৃতিও সেলুলোজ-সমৃদ্ধ। ধান ও গমের খড় (45%) সহজলভ্য। কার্পাস তুলার অতি ক্ষুদ্র আঁশ (সূতা তৈয়ারীর অনুপযুক্ত) হইতে কৃত্রিম রেশম উৎপন্ন হয়। পাট, শণ, তিসির আঁশ, শিসাল, র‍্যামি প্রভৃতি হইতে দড়ি, চট, সূতা প্রভৃতি প্রস্তুত হয়। উদ্ভিদ-জাত আঁশে (তুলা ছাড়া) সেলুলোজের সহিত কম-বেশী লিগনিন (জটিল অ্যারোমেটিক যৌগ) মিশ্রিত থাকে।

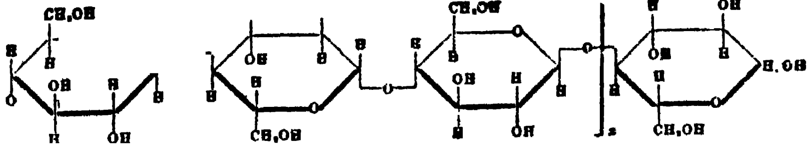
প্রস্তুত প্রণালীঃ বিশুদ্ধ সেলুলোজ তুলার আঁশ (ইহাতে সামান্য তৈল, অনিয়তাকার হেমিসেলুলোজ, ধাতব যৌগ প্রভৃতি থাকে) হইতে সহজে তৈয়ার করা যায়। অ্যালকোহল-বেনজিন মিশ্রণ (1:1) দ্বারা সক্সলেট যন্ত্রের সাহায্যে তৈল নিষ্কাশিত, এবং বায়ুর অনুপস্থিতিতে ফুটন্ত লঘু কস্টিক সোডা (1%) দ্বারা পেকটিন ও হেমিসেলুলোজ অপসারিত করা হয়। অতঃপর অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা ধুইলে অধিকাংশ খনিজ পদার্থ চলিয়া যায়। অবশেষে সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইটের লঘু দ্রবণ দ্বারা বিরঞ্জিত করিলে (α- বা নরমাল) সেলুলোজ পাওয়া যায় (বিশুদ্ধতা 99.6%)। চুল্লীতে 105°-তে কয়েক ঘণ্টা গরম করিলে ইহা নির্জল হয় কিন্তু বায়ুর সংস্পর্শে আসিবামাত্র দ্রুত জল বিশোষণ করে; ইহার আর্দ্রতা বায়ুর আর্দ্রতার উপর নির্ভরশীল। আপাত শুষ্ক সেলুলোজে 10-20% জল থাকিতে পারে। কাঠ, খড়, ঘাস, বাঁশ প্রভৃতি (ইহাদের সহিত

লিগনিন, পেকটিন, হেমিসেলুলোজ, ধাতব পদার্থ, তৈল এবং রঞ্জন জাতীয় বস্তু মিশ্রিত থাকে) হইতে α-সেলুলোজ তৈয়ার করিতে বেনজিন-অ্যালকোহল দ্বারা তৈল নিষ্কাশন ও ক্লোরিন ডাইঅক্সাইড বা সোডিয়াম ক্লোরাইট দ্বারা লিগনিন অপসারণ করিলে হলোসেলুলোজ (holocellulose, প্রধানতঃ হেমিসেলুলোজ ও α-সেলুলোজ দ্বারা গঠিত) মিলে। সাধারণ তাপাংকে 17.5% জলীয় কস্টিক সোডা দ্বারা হেমিসেলুলোজ অপসারিত করিলে α-সেলুলোজ অবশিষ্ট থাকে। লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা ক্ষারমুক্ত এবং জল দ্বারা ধুইয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড অপসারণের পর চুল্লীতে 105° তাপাংকে 4-5 ঘন্টা গরম করিলে নির্জল সেলুলোজ পাওয়া যায়।

ধর্ম: সেলুলোজ (আঃ গুঃ 1.58) প্রবল উত্তাপে অঙ্গারে বিয়োজিত হয়; ইহার কোন গলনাংক নাই। সাধারণ দ্রাবকে ইহা অদ্রবণীয়; গাঢ় অ্যামোনিয়ায় দ্রবীভূত কিউপ্রিক অক্সাইডে ইহার দ্রবণ অাঁঠাল। বায়ুর অনুপস্থিতিতে দ্রবণে অতিরিক্ত অ্যাসিড যোগ করিলে প্রায় অবিকৃত সেলুলোজ পাওয়া যায়। এক্স-রে পরীক্ষায় জানা যায় সেলুলোজ স্ফটিকাকার; তুলার অাঁশের 70% স্ফটিকাকার, বাকী অংশ অনিয়তাকার। বায়ুর অনুপস্থিতিতে কস্টিক সোডা বা পটাশের জলীয় দ্রবণে শীতল বা উত্তপ্ত অবস্থায় সেলুলোজ অবিকৃত থাকে। সাধারণ তাপাংকে 72% সালফিউরিক অ্যাসিড কিংবা 42% হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে সেলুলোজ দ্রবীভূত করিয়া পরে প্রচুর জল মিশাইয়া (4% অ্যাসিড) ফুটাইলে সেলুলোজ পুরাপুরি গ্লুকোজে পরিণত হয়। সেলুলোজের প্রতি গ্লুকোজ অণুতে তিনটি মুক্ত অ্যালকোহলীয় হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে। জৈব এবং অজৈব অ্যাসিডের সহিত ইহারা এস্টার গঠন করে, যথা সেলুলোজ নাইট্রেট (প্রচলিত নাম নাইট্রোসেলুলোজ), অ্যাসিটেট ইত্যাদি। অপর অ্যালকোহলের সহিত ইহারা ইথারও গঠন করে যথা ইথাইল-সেলুলোজ, কার্বক্সিমিথাইল-সেলুলোজ ইত্যাদি। সেলুলোজের বিবিধ এস্টার ও ইথার শিল্পে ও বাণিজ্যে নানাভাবে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোসেলুলোজ (প্রায় 13% N) অগ্নি সংযোগে ধীরে জ্বলে কিন্তু চাপপিন্ড অবস্থায় গুরু আঘাতে বিস্ফোরণ ঘটায়। ইহার নাম gun-cotton. 65% গান-কটন, 30% নাইট্রোগ্লিসিরিন ও 5% ভেসেলিন মিশাইয়া করডাইট (cordite, ধূমহীন বারুদ) তৈয়ার হয়। ইহার ব্যবহার সৈন্যবিভাগে গান-কটনের মত। সেলুলোজ ডাইনাইট্রেটের ইথার-ইথানল (3:1) দ্রবণ কলোডিয়ান (collodion); সূতীবস্ত্রের উপর সেলুলোজ নাইট্রেটের (রং মিশ্রিত) আস্তরণ দিয়া রেক্সিন তৈয়ার হয়।

ব্যবহার: সেলুলোজের সর্বপ্রধান ব্যবহার পরিধেয় হিসাবে। কৃত্রিম রেশম সেলুলোজ হইতে উৎপন্ন হয়। সিনেমার ফিল্ম সেলুলোজ অ্যাসিটেট হইতে তৈয়ার হয়। নাইট্রো-সেলুলোজ ল্যাকার বার্ণিশ মোটরগাড়ী রং করিতে লাগে। কাগজ, সেলুফেন, গান-কটন প্রভৃতি সেলুলোজ-জাত পদার্থ। পাওয়ার অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় সেলুলোজ হইতে। সেলুলোজ অ্যাসিটেটের স্বচ্ছ পাত অভঙ্গুর কাঁচরূপে ব্যবহৃত হয়।

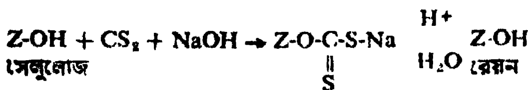
আণবিক গঠন ও ওজন: বহুসংখ্যক β-গ্লুকোজের সংযোজনে সেলুলোজ অণুর উৎপত্তি; ইহার আণবিক গঠন সরল রেখাকৃতি, মুক্ত-শৃংখলাকার। পাশাপাশি অবস্থিত অণুর সঙ্গে অনেক হাইড্রোজেন বন্ধন সেলুলোজের আঁশকে এত মজবুত করে। পক্ষান্তরে



সেলুলোজ

শ্বেতসার α-গ্লুকোজের শাখাবিশিষ্ট পলিমার; সহজে চূর্ণ হয় বলিয়া ইহাকে কৃত্রিম আঁশে রূপান্তরিত করা যায় না। অ্যাসিটিল অ্যামাইলোজের পাত (film) অতি ভঙ্গুর। বিভিন্ন উৎস হইতে প্রস্তুত সেলুলোজের আণবিক ওজন বিভিন্ন; প্রস্তুত পদ্ধতির উপরও ইহা অনেকাংশে নির্ভরশীল। প্রাকৃতিক অবিকৃত সেলুলোজের অণুতে 3,500-10,000 গ্লুকোজ অণু আছে (আণবিক ওজন 600,000-1,500,000) কিন্তু কৃত্রিম রেশমের জন্য ব্যবহার্য সেলুলোজের আণবিক ওজন 80,000-3,40,000 এবং সেলুফেনের 45,000-47,000। আমরা শ্বেতসার হজম করিতে পারি কিন্তু সেলুলোজ পারি না যদিও উভয়ের মূল উপাদান গ্লুকোজ। রোমন্থনকারী পশু সেলুলোজ জাতীয় খাদ্যে জীবনধারণ করে। তাহাদের পাকস্থলীতে α-গ্লুকোসাইড বিশ্লেষকারী উৎসেচক আছে, আমাদের নাই।

কৃত্রিম রেশম বা রেয়ন প্রস্তুত হয় নরম কাঠের (softwood) মণ্ড (pulp) অথবা অতি ক্ষুদ্র তুলার আঁশ হইতে। বিশুদ্ধ মণ্ড (90-94% α-সেলুলোজ এবং অনধিক 0.15% অজৈব পদার্থ) ও গাঢ় কস্টিক সোডার (17.5%) বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সোডা-সেলুলোজের কার্বন ডাইসালফাইড দ্রবণ (viscose) অতি সরু ধাতব নলের (প্ল্যাটিনাম বা গোল্ড, 0.05-0.1 mm ব্যাসার্ধ) ভিতর দিয়া আম্লিক দ্রবণে (10% H_2SO_4, 18% Na_2SO_4, 2% glucose, 1% $ZnSO_4$ এবং 69% H_2O) বেগে চালিত করিলে সেলুলোজ আঁশ আকারে পাওয়া যায়। ইহাই ভিসকোজ রেয়ন। তুলার আঁশ হইতে প্রস্তুত সেলুলোজ অ্যাসিটেটের অ্যাসিটোন দ্রবণ এই ভাবে গরম কুঠরীতে চালিত করিলে দ্রাবক অ্যাসিটোন বাষ্পাকারে চলিয়া যায়, সেলুলোজ অ্যাসিটেট আঁশের আকারে পড়িয়া থাকে। সেলুলোজ অ্যাসিটেটের এই দ্রবণ লম্বা, সঙ্কীর্ণ ফাঁকের আনুভূমিক পথে (narrow slot) চালিত করিয়া সিনেমার ফিলম তৈয়ার হয়। রেয়ন উৎপাদনের ব্যয় মণ্ডের মূল্যের প্রায় 30 গুণ; ক্রম-বর্ধমান জনসংখ্যার পরিধেয় অনেকাংশে রেয়ন ঘটিত কিংবা রেয়ন-তুলা মিশ্রিত।



$$\underset{\text{সেলুলোজ}}{Z\text{-}OH} + CS_2 + NaOH \rightarrow \underset{\substack{\| \\ S}}{Z\text{-}O\text{-}C\text{-}S\text{-}Na} \xrightarrow[H_2O]{H^+} \underset{\text{রেয়ন}}{Z\text{-}OH}$$

সেলুলোজ জ্যানথেট

কাগজঃ কাঠ, বাঁশ, আখের ছোবড়া, গম ও ধানের খড়, পাটকাঠি, এসপারটো ঘাস প্রভৃতি হইতে কাগজ প্রস্তুত হয়। প্রধানতঃ তিন পদ্ধতিতে ইহাদিগকে মণ্ডে পরিণত করা হইয়া থাকে। যান্ত্রিক প্রণালীতে নরম কাঠ বৃহৎ দুই ভারী পাথর খণ্ডের ভিতর পেষণ করিলে (জল ছিটাইয়া উত্তাপ বিকীরণ ও কাঠের গুড়া অপসারণ করা হয়) মণ্ড পাওয়া যায়। অশোধিত মণ্ড কাঠের প্রায় 95%। ইহার সহিত রাসায়নিক মণ্ড (15%) মিশাইয়া খবরের কাগজ তৈয়ার হয়। ইহার টান-শক্তি (tensile strength) অল্প কিন্তু ছাপার কাজে বিশেষ উপযোগী। রাসায়নিক পদ্ধতিতে টুকরা কাঠ, বাঁশ ইত্যাদি ধাতব সালফাইট, সালফেট অথবা কস্টিক সোডা এবং সোডিয়াম সালফাইডের মিশ্রণ দ্বারা চাপে 3-4 ঘণ্টা উত্তপ্ত করা হয়। লিগনিন ও কিছু হেমিসেলুলোজ অপসারিত হইলে মণ্ডাকারে সেলুলোজ পাওয়া যায়। ক্যালশিয়াম বা সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট দ্বারা বিরঞ্জিত করিয়া ইহার সহিত চীনা মাটি, ক্যালশিয়াম সালফেট, রজন, ফিটকারি প্রভৃতি মিশাইয়া পাতলা, আঠালো লেইয়ে পরিণত করা হয়। অতি সরু জালির উপর দিয়া প্রচুর-জল-সহ মণ্ড চালিত করিলে কাগজ পাওয়া যায়। লেখা ও বই ছাপার জন্য ইহা প্রধানতঃ ব্যবহৃত হয়। রেয়ন শিল্পের জন্য আরও বিশুদ্ধতর মণ্ড দরকার। তৃতীয় পদ্ধতি ইহাদের মিশ্রণ: প্রথমে মৃদু রাসায়নিক দ্রব্য দ্বারা কাঠ প্রভৃতি আংশিক নরম করিয়া যান্ত্রিক পদ্ধতিতে মণ্ড প্রস্তুত করিলে মাঝামাঝি মানের কাগজ পাওয়া যায়। নরম কাঁচা মাল পেষণ করা হয় নবউদ্ভাবিত ডিস্ক রিফাইনার (disc refiner) যন্ত্রে যাহা আঁশ বিচ্ছিন্ন করে মাত্র, ছিন্নভিন্ন করে না। উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 75%। সস্তা বই এই কাগজে ছাপা হয়। প্যাকিং কাগজ তৈয়ার হয় প্রায় অনুরূপ পদ্ধতিতে।

প্রশ্নমালা

১। গ্লুকোজের আণবিক গঠন প্রতিপন্ন কর। (i) ফিনাইলহাইড্রাজিন, (ii) হাইড্রোজেন সায়ানাইড, (iii) জলীয় ব্রোমিন এবং (iv) সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জলের সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে?

২। আখের চিনি হইতে গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ তৈয়ার করিবার পদ্ধতি বর্ণনা কর। গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজের সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৩। চারটি টেস্ট-টিউবে গ্লুকোজ, ফ্রুকটোজ, সুক্রোজ ও শ্বেতসার কঠিন আকারে আছে। ইহাদিগকে চিহ্নিত করিবার সহজতম উপায় কি?

৪। কি ভাবে গ্লুকোজকে ফ্রুকটোজে এবং ফ্রুকটোজকে গ্লুকোজে রূপান্তরিত করা যায়?

৫। আখ হইতে কারখানায় চিনি কোন প্রণালীতে প্রস্তুত হয়? এই শিল্পের উপজাত দ্রব্যের নাম লিখ। কি ভাবে ইহাদের সদ্ব্যবহার করা হয়?

৬। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) পরিবর্তী ঘূর্ণন, (ii) ইনভারসন, (iii) দ্রবণীয় শ্বেতসার ও (iv) পলিস্যাকারাইড।

৭। কার্বোহাইড্রেট কাহাকে বলে? কি উপায়ে প্রমাণ করিবে যে গ্লুকোজে অ্যালডিহাইডো গ্রুপ এবং ফ্রুক্টোজে কিটো গ্রুপ আছে?

৮। ভুট্টা হইতে শ্বেতসার প্রস্তুত করিবার বিবরণ দাও। শ্বেতসারের প্রধান ব্যবহার উল্লেখ কর।

৯। নরমাল সেলুলোজ পরীক্ষাগারে কি উপায়ে প্রস্তুত করা হয়? ইহার একমাত্র উপাদান যে গ্লুকোজ তাহা কি ভাবে প্রতিপন্ন করিবে? সেলুলোজের মুখ্য প্রয়োগ উল্লেখ কর।

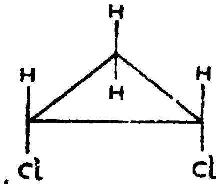
ষোড়শ অধ্যায়

সাইক্লিক হাইড্রোকার্বন

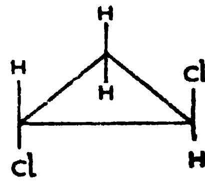
সাইক্লো-অ্যালকেন: ইহারা কার্বন ও হাইড্রোজেনের যুক্ত-শৃখল যৌগ, অ্যালকিনের সমাবয়বী কিন্তু সংপৃক্ত। ইহাদের সাধারণ আণবিক সংকেত C_nH_{2n} (অ্যালকেনের C_nH_{2n+2}.) সরলতম গঠনের সাইক্লোঅ্যালকেন সাইক্লোপ্রোপেন, $H_2C—CH_2$



জটিলতম কৃত্রিম সাইক্লোঅ্যালকেনের বলয়ে পঞ্চাশের অধিক কার্বন পরমাণু আছে। 1883 খৃষ্টাব্দে পার্কিন (ছোট) সাইক্লোপ্রোপেন- ও সাইক্লোবিউটেন-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড প্রস্তুত করিয়া ইহাদের অস্তিত্ব প্রমাণ করেন। তখন বিজ্ঞানীরা মনে করিতেন অনধিক ছয় কার্বনের বলয় অস্থিতিশীল। জীব ও উদ্ভিদে সাইক্লোঅ্যালকেন আছে; খনিজ তৈলের ন্যাপথিন প্রধানতঃ সাইক্লোপেনটেন ও সাইক্লোহেক্সেন। অতি উদ্বায়ী সুগন্ধি উদ্ভিজ্জ তৈল (essential oils) যথা তারপিন তৈল এবং কর্পূর এই জাতীয় যৌগ। পিত্তাম্ল, স্টিরল, ভিটামিন D-2 প্রভৃতিতে অ্যালিসাইক্লিক বলয় রহিয়াছে। ধর্ম ও বিক্রিয়ায় ইহারা মোটামুটি অ্যালকেনের অনুরূপ কিন্তু কোন কোন সাইক্লোঅ্যালকেন যৌগের যেমন 1,2-ডাইক্লোরোসাইক্লোপ্রোপেন, $C_3H_4Cl_2$, দুইটি জ্যামিতিক (বা cis-trans) সমাবয়বী থাকিতে পারে (তুলনীয় 1,2-ডাইক্লোরোপ্রোপেন, $C_3H_6Cl_2$, একটিমাত্র যৌগ)।



সিস-সমাবয়বী



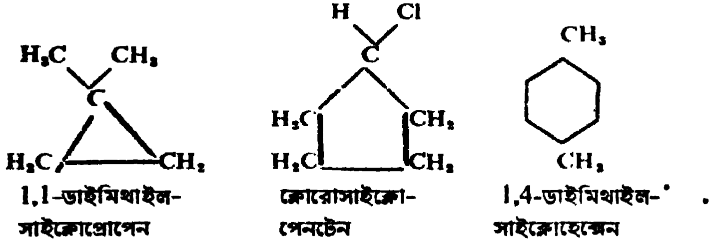
ট্রানস-সমাবয়বী

1,2-ডাইক্লোরোসাইক্লোপ্রোপেন।

সিস-গঠনে উভয় ক্লোরিন পরমাণু কার্বন-বলয়ের সমতলের নিচে আছে কিন্তু ট্রানস-গঠনে একটি আছে তলের নিচে, একটি উপরে। ত্রিকোণাকার বলয়ে কার্বন পরমাণুর অবস্থান সুনির্দিষ্ট; কার্বন বন্ধনের চারিদিকে স্বাধীনভাবে ইহার ঘূর্ণন সম্ভব নয়। অতএব কার্বনের সহিত যুক্ত পরমাণু ক্লোরিনের শূন্যে অবস্থানও তদনুরূপ; ইহারাও ঘুরিতে পারে না। জ্যামিতিক সমাবয়বতা এই কারণে সম্ভব হইয়াছে।

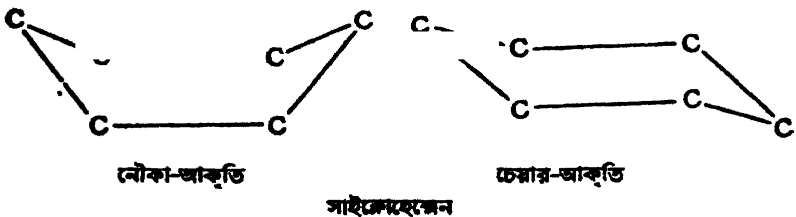
নামকরণ: IUPAC পদ্ধতিতে সাইক্লোঅ্যালকেনের নাম সমান-সংখ্যক-কার্বন-বিশিষ্ট অ্যালকেনের নামের আগে 'সাইক্লো' যোগ করিয়া পাওয়া যায়; যথা সাইক্লো-প্রোপেন, C_3H_6, সাইক্লোহেক্সেন, C_6H_{12}, ইত্যাদি। বলয়ে প্রতিস্থাপনকারী গ্রুপের

অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয়; গণনা শুরু হয় সেই কার্বন হইতে যাহার হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। মাত্র একটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে সংখ্যার উল্লেখ নিষ্প্রয়োজন কারণ বলয়ে সকল কার্বনের অবস্থান সমতুল্য; দৃষ্টান্ত: 1,1-ডাই-মিথাইলসাইক্লোপ্রোপেন, ক্লোরোসাইক্লোপেনটেন, 1,4-ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন ইত্যাদি। সাধারণতঃ মূল সাইক্লোপ্রোপেন কেবল বলয় দ্বারা সূচিত হয়।



1,1-ডাইমিথাইল-সাইক্লোপ্রোপেন ক্লোরোসাইক্লো-পেনটেন 1,4-ডাইমিথাইল-সাইক্লোহেক্সেন

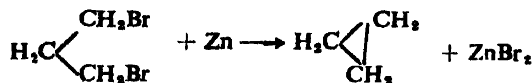
স্থিতিশীলতা: সাইক্লোপ্রোপেনের সমতলীয় ত্রিভুজাকার কার্বন বলয়ে কার্বন-কার্বন যোজ্যতার কোণ 60° কিন্তু কার্বনের যোজ্যতার স্বাভাবিক কোণ 109°28′. বলয় গঠনে এই কোণের পরিমাণ 49°28′ হ্রাস হইয়াছে অর্থাৎ প্রত্যেক যোজ্যতা $\frac{1}{2}$(49°28′) বা 24°44′ বাঁকিয়া মিলিত হইয়াছে; এই মোচড় অস্বাভাবিক অবস্থার সৃষ্টি করিয়াছে। তাই এই বলয় যথেষ্ট স্থিতিশীল নয়। ব্রোমিন ইহাকে ভাঙ্গে; মুক্ত-শৃংখল 1,3-ডাই-ব্রোমোপ্রোপেন, $BrCH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2Br$, উৎপন্ন হয়। সাইক্লোবিউটেনে এই মোচড়ের পরিমাণ 9°44′; ইহা অধিকতর স্থিতিশীল। ব্রোমিন, হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড বা পটা-শিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের আক্রমণ ইহা প্রতিহত করে। সাইক্লোপেনটেনে ইহার পরিমাণ মাত্র 0.44′; ইহার স্থিতিশীলতা সর্বাধিক। ইহাদের দহন তাপ যথাক্রমে 166.6, 163.8 এবং 158.7 kcal প্রতি CH_2 গ্রুপের জন্য। ইহার সহিত স্থিতিশীলতার সম্পর্ক লক্ষ্যণীয়। সাইক্লোহেক্সেনে মোচড়ের পরিমাণ 5°41′ কিন্তু ইহার দহন তাপ 157.5 kcal (প্রতি CH_2 গ্রুপের জন্য)। এই দহন তাপ অ্যালকেনের সমান। ইহার অধিকতর স্থিতিশীলতার কারণ সাইক্লোহেক্সেন বলয় চেয়ার কিংবা নৌকার আকারে থাকিয়া স্বাভাবিক যোজ্যতা কোণের অবস্থা পাইয়াছে। অতি বৃহৎ আকারের বলয়-বিশিষ্ট সাইক্লোঅ্যালকেনের স্থিতিশীলতার কারণও ইহাই। সাইক্লোপ্রোপেন ছাড়া অন্য কোন কার্বন বলয়ের কার্বন পরমাণু সমতলীয় নয়।



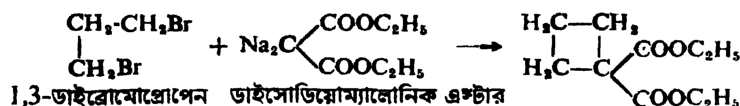
নৌকা-আকৃতি চেয়ার-আকৃতি

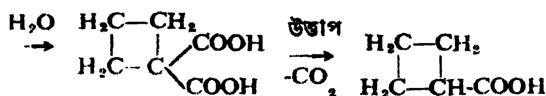
সাইক্লোহেক্সেন

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **α,ω-ডাইহ্যালোজেনো-অ্যালকেন হইতে:** জলীয় অ্যালকোহল দ্রবণে α,ω-ডাইব্রোমোঅ্যালকেন এবং জিংক চূর্ণ খাড়া কনডেনসারযুক্ত কুপীতে ফুটাইলে অধস্তন সাইক্লোঅ্যালকেন পাওয়া যায়। এই ভাবে সাইক্লোপ্রোপেন (80%) উৎপন্ন হয়। কিন্তু কার্বন-সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে উৎপাদনের পরিমাণ ক্রমশঃ হ্রাস পায় এবং শৃংখলে ছয়ের অধিক কার্বন থাকিলে অ্যালকেন গঠিত হয়।

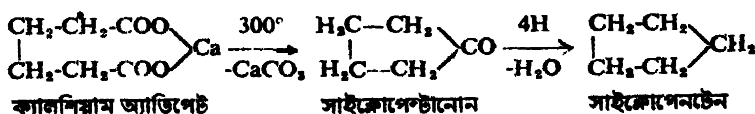


(২) **ম্যালোনিক এস্টার হইতে:** α,ω-ডাইব্রোমোঅ্যালকেন এবং ডাইসোডিয়ো-ম্যালোনিক এস্টারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ আর্দ্র-বিশ্লেষের পর কার্বক্সিল গ্রুপ উত্তাপ প্রয়োগে অপসারিত করিলে অ্যালিসাইক্লিক অ্যাসিড মিলে।

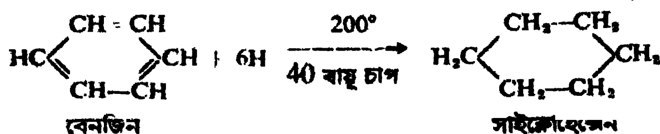


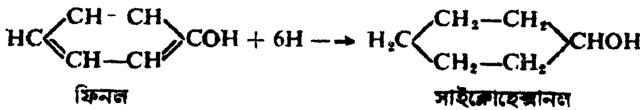


(৩) **অ্যালিফ্যাটিক ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড হইতে:** ঊর্ধতন ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ প্রবল উত্তাপে অ্যালিসাইক্লিক কিটোনে বিয়োজিত হয়। জিংকের পারদ সংকর (amalgamated zinc wool) এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কিটোনকে অনুরূপ সাইক্লোঅ্যালকেনে বিজারিত করে। 5-6 কার্বন-বিশিষ্ট বলয় গঠনে এই পদ্ধতি বিশেষ উপযোগী।

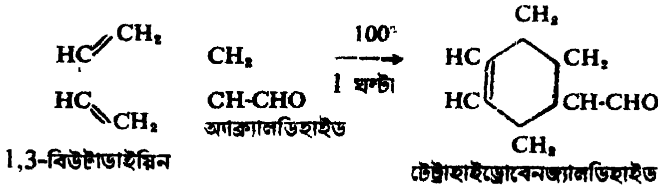


(৪) **বেনজিন ও ইহার যৌগ হইতে:** বেনজিন ও ইহার যৌগকে হাইড্রোজেন ও ধাতব অনুঘটক উপযোগী চাপে ও তাপে সাইক্লোহেক্সেন ও ইহার যৌগে বিজারিত করে। এই ভাবে বেনজিন হইতে সাইক্লোহেক্সেন তৈয়ার হয়; উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় মাত্রিক।





(৫) **ডিলস-অ্যালডার বিক্রিয়া দ্বারা :** ছয়-কার্বন-বলয়ের অ্যালিসাইক্লিক যৌগ উপযোগী ডাইয়িন এবং অসংপৃক্ত যৌগ হইতে তৈয়ার করা চলে।



সাধারণ ধর্ম : সাইক্লোপ্রোপেন ও সাইক্লোবিউটেন গ্যাসীয়, অন্য সদস্যগণ তরল কিংবা কঠিনাকার। আণবিক ওজনের সঙ্গে সাইক্লোঅ্যালকেনের আঃ গুঃ বৃদ্ধি পায়। ইহাদের স্ফুটনাংক অনুরূপ নঃ অ্যালকেন অপেক্ষা 10°-20° উচ্চতর। পাঁচ কিংবা অধিক কার্বনের সাইক্লোঅ্যালকেন যথেষ্ট স্থিতিশীল—ইহাদের ধর্ম ও বিক্রিয়া অ্যালকেনের অনুরূপ। সাইক্লোবিউটেন ও ঊর্ধতন সাইক্লোঅ্যালকেনের হাইড্রোজেন ব্রোমিন প্রতিস্থাপন করে, শীতল পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাদিগকে জারিত করে না। কিন্তু সাইক্লোপ্রোপেন বলয় সহজে খুলিয়া যায়; ব্রোমিন 1,3-ডাইব্রোমোপ্রোপেন গঠন করে। হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ইহাকে নঃ প্রোপাইল আইয়োডাইডে পরিণত করে। গরম হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড সাইক্লোবিউটেনকে নঃ বিউটাইল আইয়োডাইডে রূপান্তরিত করে। অন্যান্য সদস্য হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিডের আক্রমণ প্রতিহত করে। নিকেল ও হাইড্রোজেন সাইক্লোপ্রোপেনকে 80° তাপাংকে প্রোপেনে এবং সাইক্লোবিউটেনকে 200° তাপাংকে নঃ বিউটেনে বিজারিত করে। অন্যান্য সাইক্লোঅ্যালকেন অবিকৃত থাকে।

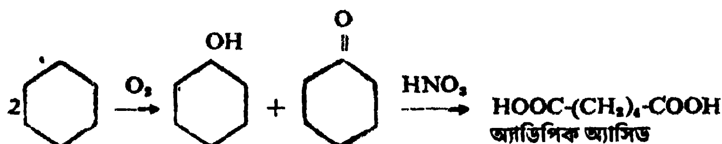
সাইক্লোপ্রোপেন, C_3H_6, জলে আংশিক এবং ইথানলে যথেষ্ট দ্রবণীয়; গন্ধ মনোরম। প্রবল উত্তাপে ইহা প্রপিলিনে, CH_3-CH=CH_2, বিয়োজিত হয়। সাইক্লোপ্রোপেন-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড এবং সাইক্লোপ্রোপাইলঅ্যামিন পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হইয়াছে কিন্তু ইহার অ্যালকোহল, সাইক্লোপ্রোপানল, এবং কিটোন, সাইক্লোপ্রোপানোন, অজ্ঞাত। সাইক্লোপ্রোপেন নির্দোষ এবং শক্তিশালী চেতনা-হারক; অস্ত্রোপচারে ব্যাপক ভাবে ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলিয়াম কারখানার প্রোপেনকে 1,3-ডাইক্লোরোপ্রোপেনে রূপান্তরিত এবং তাহা জিংক চূর্ণ সহ গরম করিয়া ইহা প্রস্তুত হয়। সমাবয়বী প্রপিলিন এবং সাইক্লোপ্রোপেন চিহ্নিত করিবার সহজতম উপায় : পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের অতি লঘু ক্ষারীয় দ্রবণকে প্রপিলিন দ্রুত বিরঞ্জিত করে কিন্তু সাইক্লোপ্রোপেন তাহা করে না।

সাইক্লোবিউটেন, C_4H_8, সুগন্ধি গ্যাস (তরলের স্ফুটনাংক -12.5°)। সাইক্লোবিউটানল (স্ফুটনাংক 123°) স্থিতিশীল; ইহার বিক্রিয়া নঃ বিউটানলের মত। সাইক্লোবিউটাইল

অ্যামিনকে, $C_4H_7NH_2$, নাইট্রাস অ্যাসিড সাইক্লোবিউটানলে রূপান্তরিত করে। সাইক্লোবিউটিন, C_4H_6, গ্যাস; ইহার বিক্রিয়া অ্যালকিনের অনুরূপ।

সাইক্লোপেনটেন, C_5H_{10}, স্থিতিশীল তরল (স্ফুটনাংক 49°), পেট্রোলিয়াম ইথার অংশের অন্যতম উপাদান। জিংক চূর্ণ ও 1,5-ডাইব্রোমোপেনটেন উত্তাপে সাইক্লোপেনটেনে রূপান্তরিত হয়। সাইক্লোপেন্টানোনকে, C_5H_8O, জিংক-পারদ-সংকর ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা বিজারিত করিয়াও ইহা পাওয়া যায়। আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরিন ও ব্রোমিনের বিক্রিয়ায় ক্লোরো- ও ব্রোমো-সাইক্লোপেনটেন, C_5H_9Cl, ও C_5H_9Br, গঠিত হয়। সাধারণ তাপাংকে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড বা 100°-তে লঘু অ্যাসিড ইহাকে নাইট্রোসাইক্লোপেনটেনে, $C_5H_9NO_2$, পরিণত করে। অ্যাডিপিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$, ও বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড পাতন করিলে সাইক্লোপেন্টানোন, C_5H_8O, পাওয়া যায়। ধাতু ও অ্যাসিড ইহাকে সাইক্লোপেন্টানলে, C_5H_9OH, বিজারিত করে। নিরুদনে ইহা সাইক্লোপেনটিনে, C_5H_8, (স্ফুটনাংক 45°) বিয়োজিত হয়। চালমুগরা তৈলের (কুষ্ঠ রোগের ঔষধ) চালমুগরিক অ্যাসিড সাইক্লোপেনটিন যৌগ।

সাইক্লোহেক্সেন, C_6H_{12}, স্ফুটনাংক 81°, গন্ধ বেনজিনের মত, পেট্রোলিয়ামে পাওয়া যায় (0.5-1.0%); গ্যাসোলিন বা পেট্রলে 2-15% সাইক্লোহেক্সেন থাকে। ইহার গুরুত্ব যথেষ্ট; নাইলনের উপাদান অ্যাডিপিক অ্যাসিড উৎপাদনে ইহা দরকার। শিল্পে পেট্রোলিয়ামের হেক্সেন হইতে এক অণু হাইড্রোজেন অনুঘটকের সাহায্যে অপসারিত করিয়া সাইক্লোহেক্সেন তৈয়ার হয়। সুলভ হইলে, বেনজিনকে 200° তাপাংকে 40 গুণ বায়ু চাপে প্ল্যাটিনাম অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন দ্বারা সাইক্লোহেক্সেনে বিজারিত করা হয়। প্রয়োজন হইলে, সহজলভ্য সাইক্লোহেক্সেনকেও প্ল্যাটিনাম অনুঘটক ও উত্তাপের সাহায্যে বেনজিনে পরিণত করা চলে।

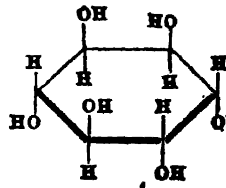


সাইক্লোহেক্সেন সাইক্লোহেক্সানল সাইক্লোহেক্সানোন

আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরিন ও ব্রোমিন সাইক্লোহেক্সেনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করে; 60°-80° তাপাংকে 60% নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে অ্যাডিপিক অ্যাসিডে জারিত করে। ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড সাইক্লোহেক্সেনকে বেনজিন-সালফোনিক অ্যাসিডে, $C_6H_5SO_3H$, রূপান্তরিত করে। প্রাকৃতিক রবার, তৈল, রজন, বিটুমেন প্রভৃতির দ্রাবকরূপে ইহার প্রচুর চাহিদা। হেক্সাক্লোরোসাইক্লোহেক্সেন বা গ্যামাক্সেন, $C_6H_6Cl_6$, সুপরিচিত কীটপতঙ্গ-নাশক দ্রব্য।

সাইক্লোহেক্সানল, $C_6H_{11}OH$, (স্ফুটনাংক 160°, গলনাংক 25°) আঠালো তরল, গন্ধ কর্পূরের মত; জলে সামান্য দ্রবণীয়। শিল্পে ফিনলকে, C_6H_5OH, হাইড্রোজেন ও নিকেল দ্বারা 160°-170°-তে 4 গুণ বায়ু চাপে বিজারিত করিয়া ইহা উৎপন্ন হয়। সাইক্লো-হেক্সেনকে জারিত করিয়াও ইহা তৈয়ার হয়। ইহার প্রধানতম প্রয়োগ নাইলনের জন্য অ্যাডিপিক অ্যাসিড উৎপাদনে। সেলুলোজ এস্টারের ইহা উৎকৃষ্ট দ্রাবক। ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাকে সাইক্লোহেক্সানোনে, $C_6H_{10}O$, জারিত করে কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অ্যাডিপিক অ্যাসিডে পরিণত করে।

সাইক্লোহেক্সেন হেক্সল, ইনোসিটল, $C_6H_6(OH)_6$, নয়টি সিস-ট্রান্স সমাবয়বী আকারে থাকে ; ইহার দুইটি আলোক-সক্রিয় (কিন্তু ইহাদের অণুতে কোন অপ্রতিসম কার্বন নাই)। ইহা গ্লুকোজের সমাবয়বী এবং স্বাদ মিষ্ট। ভিটামিন বি-কমপ্লেক্সে ইহার একটি আছে।



(+) বা (-)ইনোসিটল (গলনাংক 248°)

সাইক্লোঅ্যালকেন, C_nH_{2n}

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
সাইক্লোপ্রোপেন	$(CH_2)_3$	-127	-34	0.688 (at -40°)
" বিউটেন	$(CH_2)_4$	-80	12.5	0.704 (at 0°)
" পেনটেন	$(CH_2)_5$	-94	49	0.746
" হেক্সেন	$(CH_2)_6$	6.5	81	0.778
" হেপটেন	$(CH_2)_7$	-12	118	0.810
" অকটেন	$(CH_2)_8$	14.4	149	0.830

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন: গাম বেনজোয়িন, তিক্ত বাদামের নির্যাস, টলু বালসাম, অয়েল অব উইন্টারগ্রীন, মৌরীর নির্যাস প্রভৃতিকে মনোরম গন্ধের জন্য অ্যারোমেটিক (aroma, সুগন্ধ) বলা হইত। পরবর্তী কালে ইহাদের আণবিক গঠনে বেনজিন বলয়

আবিষ্কৃত হয়। সকল রঞ্জন-দ্রব্য, কোন কোন কৃত্রিম রবার, ঔষধ, বিস্ফোরক, বহু প্লাস্টিক এবং অধিকাংশ অ্যালক্যালয়েড অ্যারোমেটিক।

সরলতম গঠনের অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন বেনজিন, C_6H_6; ইহাকে সকল অ্যারোমেটিক যৌগের আদি জননী বলা হয়। 1825 খৃস্টাব্দে ফ্যারাডে তিমি মাছের তৈল হইতে তৈয়ারী গ্যাসে (লণ্ডন তখন ইহা দ্বারা আলোকিত হইত) বেনজিন আবিষ্কার এবং ইহার স্থূল সংকেত, C_1H_1, নির্ণয় করেন। হফ্‌ম্যান (1845) আলকাতরায় ইহার সন্ধান পান। খনিজ তৈলে বেনজিনের পরিমাণ সাধারণতঃ সামান্য। শিল্প ও বাণিজ্যের বিপুল চাহিদা প্রধানতঃ আলকাতরা হইতে মিটে; নানা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম শোধনাগারেও ইদানীং প্রচুর বেনজিন উৎপন্ন হয়।

শিল্পোৎপাদন: (১) আলকাতরা হইতে: বিটুমেন জাতীয় কয়লা হইতে কোক উৎপাদনের উপজাত দ্রব্য আলকাতরা (4-5%) কালো, ভারী, তীব্র গন্ধযুক্ত আধা-তরল। এ পর্যন্ত ইহাতে তিন শতাধিক জৈব যৌগের সন্ধান মিলিয়াছে কিন্তু ইহাদের অধিকাংশের পরিমাণই সামান্য। আলকাতরার আংশিক পাতনে সাধারণতঃ বেনজিন, টলুইন, ন্যাপথালিন, ফিনল, ক্রিসল ইত্যাদি মুষ্টিমেয় যৌগ আহরণ করা হয়। এক টন কয়লা হইতে প্রায় দুই গ্যালন বেনজিন মিলে।

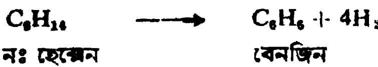
আলকাতরার আংশিক পাতন

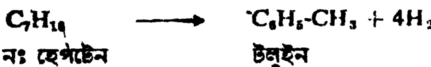
অংশের নাম	স্ফুটনাংক	পরিমাণ %	মুখ্য উপাদান
লঘু তৈল বা অশোধিত ন্যাপথা	170° পর্যন্ত	7-8	বেনজিন ও ইহার সমগণী
মাঝারি তৈল বা কার্বলিক তৈল	170°-230°	8-10	ফিনল, ন্যাপথালিন ও পিরিডিন
ভারী তৈল বা ক্রিয়োজোট তৈল	230°-270°	8-10	ক্রিসলসমূহ ও কুইনোলিন
সবুজ তৈল বা অ্যানথ্রাসিন তৈল	270°-300°	16-20	অ্যানথ্রাসিন, ফেনানথ্রিন ও কার্বাজোল
পীচ্	অবশেষ	50-60	অঙ্গার

পীতাভ বাদামী লঘু তৈলে প্রধানতঃ থাকে বেনজিন (45-70%), টলুইন (10-20%), জাইলিন (2-7%) ইত্যাদি, সামান্য কার্বলিক অ্যাসিড (ফিনল), ক্ষারীয় অ্যানিলিন, পিরিডিন প্রভৃতি এবং থাইয়োফিন, C_4H_4S. ইহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ধুইলে অধিকাংশ অসংপৃক্ত যৌগ, ক্ষারীয় পদার্থ এবং সালফার-ঘটিত যৌগ, থাইয়োফিন, অপসারিত হয়। অতিরিক্ত সালফিউরিক অ্যাসিড ও আলকাতরায় অম্লকে কস্টিক সোডা (10%) মিশাইয়া লবণে পরিণত করা হয়। তরল পুনরায় আংশিক পাতনে তিন অংশে বিভক্ত হয়: (i) ইহাতে প্রায় 84% বেনজিন আছে, (ii) ইহাতে থাকে

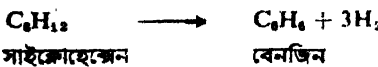
প্রায় 46% বেনজিন এবং (iii) প্রধানতঃ জাইলিন। প্রথম দুই ভাগ আবার আংশিক পাতন করিলে বেনজিন (সামান্য টলুইন- ও থাইয়োফিন-মিশানো) পাওয়া যায়। ইহাই বাণিজ্যিক বেনজিন। ইহা ঠাণ্ডা করিলে 5.4° তাপাংকে জমাট বাঁধে; পরিস্রুত করিয়া আনুষঙ্গিক তরল অপসারিত করিলে বিশুদ্ধতর বেনজিন (স্ফুটনাংক 80°) পাওয়া যায়। ইহাতেও 0.5% থাইয়োফিন (স্ফুটনাংক 84°) থাকে যাহার অপসারণ কঠিন। খাড়া কনডেনসারসহ মারকিউরিক অ্যাসিটেট ও বেনজিন ফুটাইলে থাইয়োফিন জটিল যৌগ গঠন করিয়া অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং পরিস্রুত বেনজিন থাইয়োফিন-মুক্ত হয়।

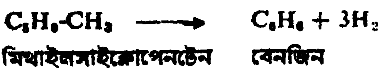
(২) পেট্রোলিয়াম হইতে: বেনজিনের বিপুল চাহিদা মিটাইতে পেট্রোলিয়াম হইতে তৈয়ার হয়। ইহার নরমাল হেক্সেন-সমৃদ্ধ অংশ 15-70 বায়ু চাপে 500° তাপাংকে অ্যালুমিনার-উপর-বিস্তৃত-প্ল্যাটিনাম অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে বেনজিনে রূপান্তরিত হয় (পেট্রোলিয়ামের নরমাল হেপটেন টলুইনে এবং নরমাল অকটেন জাইলিন ও ইথাইলবেনজিনে পরিণত হয়)। কিছু নিম্নতর অ্যালকেন ও অ্যালকিন এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়। খনিজ তৈলের সাইক্লোহেক্সেন ও মিথাইলসাইক্লোপেনটেন বেনজিনে রূপান্তরিত হয়। বেনজিনের তুলনায় অনেক বেশী পরিমাণ টলুইন ও জাইলিন পাওয়া যায়; বেনজিনের চাহিদা ইহাদের চেয়ে বেশী। তাই অনুঘটকের (ক্রোমিয়াম অক্সাইড-অ্যালুমিনা অথবা প্ল্যাটিনাম-অ্যালুমিনা) উপর দিয়া 550°-650° তাপাংকে 35-85 বায়ু চাপে বাষ্পাকারে হাইড্রোজেনসহ চালিত করিয়া বেনজিনে পরিণত করা হয়। মিশ্রণ হইতে আংশিক পাতন বা দ্রাবক দ্বারা বেনজিন আহরণ করা হয়। অ্যালকেন হইতে এই অবস্থায় হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয় এবং মুক্ত-শৃংখল গঠন যুক্ত-শৃংখলের আকার ধারণ করে। আংশিক পাতনে বেনজিন উদ্ধার করা চলে।


$C_6H_{14} \longrightarrow C_6H_6 + 4H_2$
নঃ হেক্সেন — বেনজিন

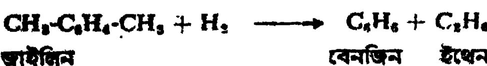

$C_7H_{16} \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_3 + 4H_2$
নঃ হেপটেন — টলুইন


$C_8H_{18} \longrightarrow CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}CH_3 + 4H_2$
নঃ অকটেন — জাইলিন

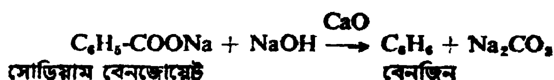

$C_6H_{12} \longrightarrow C_6H_6 + 3H_2$
সাইক্লোহেক্সেন — বেনজিন


$C_5H_9\text{-}CH_3 \longrightarrow C_6H_6 + 3H_2$
মিথাইলসাইক্লোপেনটেন — বেনজিন


$C_6H_5\text{-}CH_3 + H_2 \longrightarrow C_6H_6 + CH_4$
টলুইন — বেনজিন মিথেন


$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}CH_3 + H_2 \longrightarrow C_6H_6 + C_2H_6$
জাইলিন — বেনজিন ইথেন

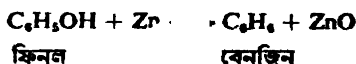
(৩) কেতাবী পদ্ধতি: বেনজোয়িক অ্যাসিড হইতে: নির্জল সোডিয়াম বেনজোয়েট ও সোডা-চুন (1 : 1) প্রবল উত্তাপে বেনজিন ও সোডিয়াম কার্বনেটে বিয়োজিত হয়।



$$C_6H_5\text{-}COONa + NaOH \xrightarrow{CaO} C_6H_6 + Na_2CO_3$$

সোডিয়াম বেনজোয়েট বেনজিন

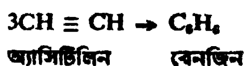
(৪) ফিনল হইতে: সূক্ষ্ম জিংক কণিকার উপর দিয়া উচ্চ তাপাংকে বাষ্পাকারে ফিনল প্রবাহিত করিলে ইহা বেনজিনে বিজারিত হয়।



$$C_6H_5OH + Zn \rightarrow C_6H_6 + ZnO$$

ফিনল বেনজিন

(৫) অ্যাসিটিলিন হইতে: 400°-500°-তে কাঁচ নলের ভিতর দিয়া অ্যাসিটিলিন গ্যাস প্রবাহিত করিলে সামান্য বেনজিন পাওয়া যায়।

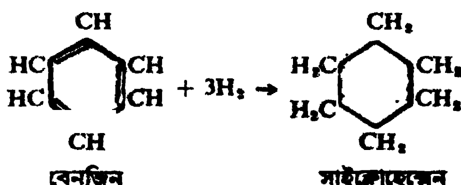


$$3CH \equiv CH \rightarrow C_6H_6$$

অ্যাসিটিলিন বেনজিন

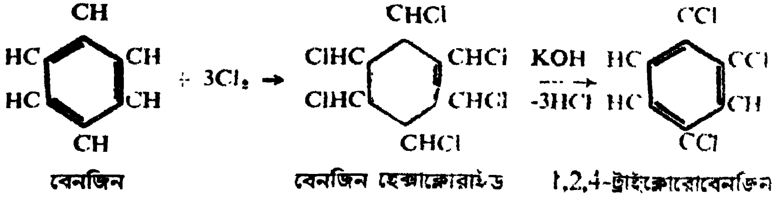
ধর্ম: বেনজিন বর্ণবিহীন, উদ্বায়ী, সহজ-দাহ্য তরল (স্ফুটনাংক 80°, আঃ গুঃ 0.874); গন্ধ তীব্র কিন্তু খুব ঝাঁঝালো নয়। বায়ুতে উজ্জ্বল শিখায় প্রচুর ভুসাসহ জ্বলে। ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। 2% বেনজিন-মিশ্রিত বায়ু নিশ্বাসের সহিত দীর্ঘকাল গ্রহণ করিলে মৃত্যু ঘটিতে পারে। ইহা তৈল, চর্বি, রজন, রবার, আইয়োডিন, সালফার, ফসফরাস প্রভৃতি বহু পদার্থের উৎকৃষ্ট দ্রাবক। 32.4% ইথানল ও বেনজিন অ্যাজিওট্রোপ গঠন করে; ইহার স্ফুটনাংক 68.2°.

(১) সংযোজন বিক্রিয়া: (i) হাইড্রোজেন সংযোজন: র‍্যানি নিকেলের উপর দিয়া বাষ্পাকারে বেনজিন ও হাইড্রোজেন স্বাভাবিক বায়ু চাপে প্রবাহিত করিলে হেক্সাহাইড্রো-বেনজিন বা সাইক্লোহেক্সেন উৎপন্ন হয়। পিষ্ট সূক্ষ্ম নিকেল কণিকা ও হাইড্রোজেন 200° তাপাংকে বেনজিনকে সাইক্লোহেক্সেনে বিজারিত করে।

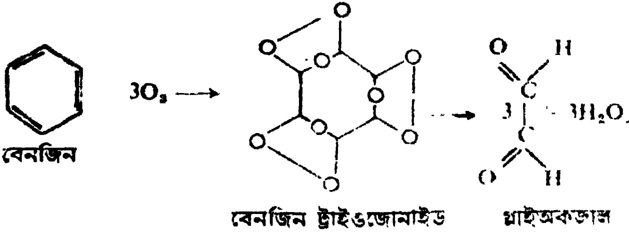


(ii) হ্যালোজেন সংযোজন: সূর্যালোকে কিংবা অতি-বেগুনী আলোতে তিন অণু ক্লোরিন ও ব্রোমিন (আইয়োডিন নয়) বেনজিনের সহিত স্ফুটনাংকে সংযোজিত হইয়া সরাসরি বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড ও বেনজিন হেক্সাব্রোমাইড গঠন করে। মাঝ পথে বেনজিন ডাইক্লোরাইড (ও ডাইব্রোমাইড) এবং বেনজিন টেট্রাক্লোরাইড (ও টেট্রা-ব্রোমাইড) উৎপন্ন হয় না। বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড ও বেনজিন হেক্সাব্রোমাইড

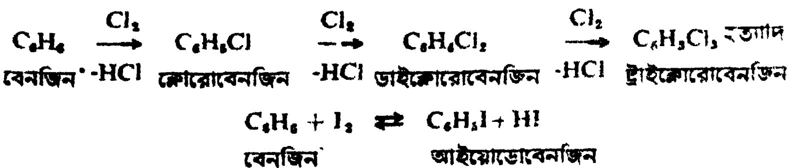
উত্তাপে ধীরে ধীরে, এবং কস্টিক পটাশসহ গরম করিলে দ্রুত গতিতে, ট্রাইক্লোরোবেনজিন ও ট্রাইব্রোমোবেনজিনে রূপান্তরিত হয়।



(iii) **ওজোন সংযোজন:** সাধারণ তাপাংকে ওজোন-সমৃদ্ধ অক্সিজেন বেনজিনের ভিতর চালিত করিলে বেনজিন ট্রাইওজোনাইড পাওয়া যায়। ইহা অস্থিতিশীল (সহজে বিস্ফোরণ ঘটাইতে পারে); আর্দ্র-বিশ্লেষে গ্লাইঅকজালে বিয়োজিত হয়।



(২) **প্রতিস্থাপন-ঘটিত বিক্রিয়া:** (i) **হ্যালোজেনেশন:** অনুঘটকের (যথা আইয়োডিন, অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড অথবা লৌহ কণিকা) উপস্থিতিতে সাধারণ তাপাংকে ক্লোরিন গ্যাস বেনজিনের ভিতর চালিত করিলে ইহার হাইড্রোজেন পরমাণু একটির পর একটি ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। মনো-, ডাই-, ট্রাই- এবং অবশেষে হেক্সাক্লোরোবেনজিন, C_6Cl_6, যথাক্রমে উৎপন্ন হইতে থাকে। প্রতি ধাপে এক অণু হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নির্গত হয়। আলোর উপস্থিতিতে বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড গঠিত হয়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের অনুরূপ কিন্তু গতি মন্থর। আইয়োডিন নিষ্ক্রিয় কিন্তু জারকের উপস্থিতিতে, যথা নাইট্রিক অ্যাসিড, ফেরিক ক্লোরাইড অথবা মারকিউরিক অক্সাইড, উত্তাপ প্রয়োগে আইয়োডোবেনজিন গঠিত হয়। হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড উৎপন্ন হইবার সঙ্গে সঙ্গে বিনষ্ট হয়; কাজেই বিপরীত-মুখী বিক্রিয়া ঘটিতে পারে না।



(ii) **সালফোনেশন:** সাধারণ তাপাংকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ধীরে ধীরে বেনজিনের এক পরমাণু হাইড্রোজেন সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ, SO_3H, দ্বারা

প্রতিস্থাপিত করিয়া বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও বেনজিন বালি-গাহে খাড়া কনডেনসারসহ কয়েক ঘন্টা ফুটাইলেও ইহা পাওয়া যায়। অ্যালকেন, যথা নরমাল হেক্সেন, এই অবস্থায় নিষ্ক্রিয় থাকে।

$$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_6H_5\text{-}SO_3H + H_2O$$

বেনজিন বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড

(iii) **নাইট্রেশন:** অনধিক 60° তাপাংকে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক্ অ্যাসিডের মিশ্রণ (1 : 1, আয়তন-ভিত্তিক্) এবং বেনজিন নাইট্রোবেনজিন গঠন করে। এক পরমাণু হাইড্রোজেন নাইট্রো গ্রুপ, $-NO_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের অনুপস্থিতিতে অতি সামান্য নাইট্রোবেনজিন মিলে। অ্যালকেন, যথা নরমাল হেক্সেন, এই অবস্থায় অবিকৃত থাকে।

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5\text{-}NO_2 + H_2O$$

বেনজিন নাইট্রোবেনজিন

(iv) **অ্যালকিলেশন:** অ্যালকিল হ্যালাইড ও অতিরিক্ত বেনজিন সাধারণ তাপাংকে নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অ্যালকিলবেনজিন গঠন করে। বেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইড হইতে মিথাইলবেনজিন বা টলুইন পাওয়া যায় (ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়া, Friedel-Crafts reaction).

$$C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CH_3 + HCl$$

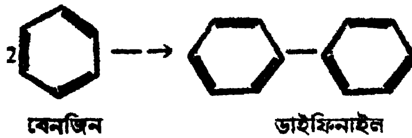
বেনজিন টলুইন

(v) **জারণ:** পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অথবা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড সাধারণ অবস্থায় বেনজিনকে জারিত করিতে পারে না। 2-3 বায়ু চাপে বাষ্পাকারে বেনজিন ও বায়ু 400°-500° তাপাংকে ভ্যানাডিয়াম পেন্ট-অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইহা ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডে বিয়োজিত হয়।

$$2\ C_6H_6\ (\text{বেনজিন}) + 9O_2 \xrightarrow{V_2O_5} 2\ \begin{matrix} CH\text{—}CO \\ \| \\ CH\text{—}CO \end{matrix}\!\!>\!O + 4CO_2 + 4H_2O$$

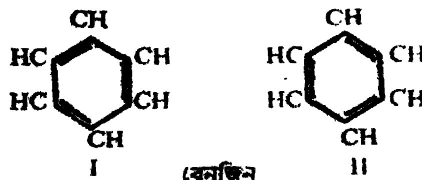
বেনজিন ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড

(vi) অতি উত্তপ্ত লোহার নলের কিংবা তরল লেডের ভিতর দিয়া বাষ্পাকারে বেনজিন প্রবাহিত করিলে ডাইফিনাইল উৎপন্ন হয়।



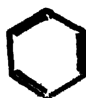
ব্যবহার: বেনজিনের প্রধান প্রয়োগ তৈল, চর্বি, রজন, রবার প্রভৃতির দ্রাবক হিসাবে। অনেক গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক দ্রব্য যথা ক্লোরোবেনজিন, ফিনল, অ্যাডিপিক অ্যাসিড, নাইট্রোবেনজিন, ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড, বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড (গ্যামাক্সেন), স্টাইরিন প্রভৃতি বেনজিন হইতে তৈয়ার হয়। পেট্রোলিয়ামের অভাবে বেনজিন মোটরযানের বিকল্প জ্বালানিরূপে ব্যবহৃত হয়। বিনা জলে কাপড় কাচিতে বেনজিন দরকার।

আণবিক গঠন: (i) বেনজিনের আণবিক সংকেত C_6H_6. (ii) ইহার যে কোন হাইড্রোজেন পরমাণু একযোজী অপর পরমাণু বা গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে একটি মাত্র যৌগ পাওয়া যায়; যথা ক্লোরোবেনজিন, C_6H_5-Cl, নাইট্রোবেনজিন, C_6H_5-NO_2, ইত্যাদি। সুতরাং বেনজিনের সকল হাইড্রোজেন সমভাবে কার্বনের সহিত যুক্ত অর্থাৎ ইহারা সমতুল্য (equivalent). কিন্তু যে কোন দুইটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে তিনটি সমাবয়বী যৌগের সৃষ্টি হয়; যথা ডাইক্লোরোবেনজিন, $C_6H_4Cl_2$, ডাইনাইট্রোবেনজিন, $C_6H_4(NO_2)_2$, ইত্যাদি। (iii) বেনজিন হাইড্রোজেন সংযোজন করিয়া সাইক্লোহেক্সেন, C_6H_{12}, ও ওজোনের সহিত ট্রাইওজোনাইড, $C_6H_6O_9$, গঠন করে। ইহাতে তিনটি দ্বিবন্ধের অস্তিত্ব সূচিত হয়। কিন্তু বেনজিনে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড কিংবা সালফিউরিক অ্যাসিড সংযোজিত হয় না। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ ইহাকে জারিত করে না। অতএব বেনজিনের দ্বিবন্ধ ইথিলিনের দ্বিবন্ধ হইতে স্বতন্ত্র। (iv) কোন মুক্ত-শৃংখল আণবিক গঠনে এই সকল তথ্য ও বিক্রিয়ার সুষ্ঠু ব্যাখ্যা মিলে না। ১৮৬৫ খ্রীষ্টাব্দে কেকুলে বেনজিনের আণবিক গঠন উদ্ভাবন করেন; যুক্ত-শৃংখলে পর্যায়ান্বিত (alternate) একবন্ধ ও দ্বিবন্ধ ইহার প্রধান বৈশিষ্ট্য। ইহা হইতে বেনজিনের চারটি দ্বি-প্রতিস্থাপিত যৌগ যথা $C_6H_4Cl_2$ পাওয়ার কথা কিন্তু জানা আছে তিনটি। কেকুলে ইহার ব্যাখ্যা করিলেন যে বেনজিনের দ্বিবন্ধ নিশ্চল নহে, ইহা অবিরত একবন্ধের সহিত স্থান বদল করিতেছে। অর্থাৎ I এবং II উভয়েই বেনজিনের আণবিক গঠন।



বেনজিন

এই সম-ষড়ভুজাকার গঠন বেনজিনের অস্বাভাবিক স্থিতিশীলতা (ইহাতে তিনটি দ্বিবন্ধ আছে) ব্যাখ্যা করিতে পারে না। এজন্য ক্লাউস, ডিউয়ার, ল্যাডেনবার্গ, আরমস্ট্রং ও বেয়ার নানা জ্যামিতিক কৌশলে এই গঠনের পরিবর্তন করিয়াছেন কিন্তু সফল হন নাই। অধুনিক ধারণা: বেনজিনের সঠিক আণবিক গঠন I বা II কোনটিই নয়, ইহা উভয়ের মাঝামাঝি গঠন যাহা কাগজে আঁকিয়া দেখান যায় না। ইহাকে সংস্পন্দনশীল গঠন (resonance structure) বলে। ইহার সত্যতা প্রমাণিত হয় বেনজিনের কার্বন-কার্বন বন্ধনের, C—C, দূরত্বের পরিমাপ হইতে। বেনজিন অণুতে প্রত্যেক C—C বন্ধনের দূরত্ব অভিন্ন (1.39 Å) যদিও C=C বন্ধনের দূরত্ব C—C বন্ধনের অপেক্ষা কম (ইথেনে, CH_3-CH_3, ইহা 1.54 Å, ইথিলিনে, CH_2=CH_2, 1.34 Å; 1 Å = 10^{-8} cm). অতএব বেনজিনের C—C বন্ধন পুরাপুরি এক-বন্ধও নয়, দ্বিবন্ধও নয়; ইহার মাঝামাঝি, অর্থাৎ আধা-দ্বিবন্ধ জাতীয়। ইথিলিনের দ্বিবন্ধ হইতে ইহা স্বতন্ত্র বলিয়া বেনজিন ও ইথিলিনের বিক্রিয়া অনেকাংশে বিভিন্ন। বেনজিনের অ্যারোমেটিক প্রকৃতির (aromatic character) প্রধান বৈশিষ্ট্য জারণ প্রতিহত এবং প্রতিস্থাপিত যৌগ গঠন করা। সংস্পন্দনশীল গঠন নানা ভাবে সমর্থিত হইয়াছে, যথা এক্স-রে, ইলেকট্রন-বিবর্তন (electron diffraction), অব-লোহিত (infra-red) আলোতে পরীক্ষা ইত্যাদি। আরও জানা গিয়াছে যে ইহার কার্বন ও হাইড্রোজেন এক সমতলে অবস্থিত। বেনজিনের আণবিক গঠন সংক্ষেপে সাধারণতঃ ষড়ভুজ দ্বারা ব্যক্ত হয়:

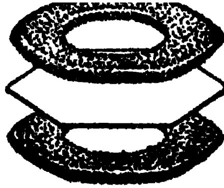


হাইড্রোজেন সংযোজন অথবা পূর্ণ দহনের সময় বেনজিন হইতে বিমোচিত (evolved) তাপের পরিমাপ হইতে ইহার স্থিতিশীলতার আভাস মিলে। সাইক্লোহেক্সিনের, C_6H_{10}, সহিত দুই পরমাণু হাইড্রোজেন সংযোজনের সময় 28.6 kcal/mole তাপ বিমোচিত হয়। বেনজিনে তিনটি দ্বিবন্ধ আছে; সাইক্লোহেক্সিনে আছে একটি। অতএব বেনজিনে ছয় পরমাণু হাইড্রোজেন সংযোজনের সময় $28.6 \times 3 = 85.8$ kcal/mole তাপ পাওয়ার কথা কিন্তু কার্যতঃ 49.8 kcal/mole বিমোচিত হয়। অর্থাৎ 36 kcal/mole কম মিলে। সুতরাং তিনটি ইথিলিন-দ্বিবন্ধ-যুক্ত কাল্পনিক বেনজিন অপেক্ষা প্রকৃত বেনজিনের অন্তর্নিহিত শক্তি 36 kcal/mole কম। যে অণুর এই শক্তি যত কম, তাহা তত স্থিতিশীল। বেনজিনের সংস্পন্দনশীল গঠন ইহাকে স্থিতিশীল করিয়াছে। ইহার সংস্পন্দন শক্তির (resonance energy) অর্থাৎ স্থিতিশীলতার পরিমাপ 36 kcal/mole. পূর্ণ দহন কালে বেনজিন হইতে 789 kcal/mole তাপ উদ্ভূত হয়; কেকুলের হেক্সাট্রাইয়িন গঠন হইতে হিসাব,

মত 827 kcal/mole তাপ পাওয়া উচিত। অতএব বেনজিনের প্রকৃত আণবিক গঠন হইতে ইহার কাল্পনিক গঠন অপেক্ষা 827-789 = 38 kcal/mole তাপ কম পাওয়া যায়। ইহা হইতেও আমরা একই সিদ্ধান্তে উপনীত হই—বেনজিন সাইক্লোহেক্সাট্রাইয়িন হইতে অধিকতর (38 kcal/mole) স্থিতিশীল। বেনজিনের সংস্পন্দনশীল গঠন ব্যক্ত করা হয় এই ভাবে



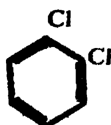
ইলেকট্রনিক মতবাদ অনুসারে বেনজিনের গঠনে দ্বিবন্ধের π ইলেকট্রন কোন নির্দিষ্ট কার্বনের সহিত আবদ্ধ নয়। ইহারা বেনজিন বলয়ের উপরে ও নিচে সমাকৃতির, ইলেকট্রন কুয়াশা (electron cloud) সৃষ্টি করে; ইহা অনেকটা গোলাকৃতি মিষ্ট কেকের (doughnut) দুই পিঠে মাখানো ননীর মত:



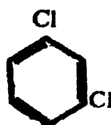
এই π-ইলেকট্রন (sextet) কুয়াশা সহজে বিচ্ছিন্ন হয় না। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় (সাধারণতঃ ইলেকট্রন-প্রয়াসী বিকারক-ঘটিত) ইহা অক্ষুণ্ণ থাকে বলিয়া বেনজিন সহজে ইহাতে অংশ গ্রহণ করে। সংযোজনে বেনজিন বলয় বিনষ্ট হয়—ইলেকট্রন কুয়াশা আংশিক বা পুরাপুরি অদৃশ্য হয়। ইহা বেনজিনের পক্ষে অস্বাভাবিক কারণ প্রত্যেক অণু অধিকতর স্থিতিশীল অবস্থায় থাকিতে চায়। এই কারণে বেনজিনের সংযোজন বিক্রিয়ার সংখ্যা অপেক্ষাকৃত অল্প এবং ঘটে প্রবল পরিবেশে। π ইলেকট্রন ইথিলিন ধরণের π বন্ধন গঠন করে না বলিয়া বেনজিনের C—C কার্বন বন্ধন পুরাপুরি দ্বিবন্ধন কিংবা সিগমা বন্ধন নয়, কার্বনের চতুর্থ যোজ্যতা-বন্ধন অপেক্ষাকৃত দুর্বল। এই জন্য বেনজিনের C-C বন্ধনের দূরত্ব π বন্ধন ও σ বন্ধনের মাঝামাঝি (1.39 Å). ✓

নামকরণঃ গঠন বৈষম্যের জন্য অ্যারোমেটিক যৌগের নামকরণ অ্যালিফ্যাটিক হইতে কিছু স্বতন্ত্র; হাইড্রক্সিবেনজিনকে, C_6H_5-OH, ফিনল (বা কার্বলিক অ্যাসিড) বলা হয়, ফিনাইল অ্যালকোহল নয়। ফিনাইল ক্লোরাইড অপেক্ষা C_6H_5Cl-এর ক্লোরোবেনজিন নাম বেশী জনপ্রিয়। অনুরূপ দৃষ্টান্ত: মিথাইলবেনজিনকে, C_6H_5-CH_3, টলুইন, ডাইমিথাইল বেনজিনকে, CH_3-C_6H_4-CH_3, জাইলিন,

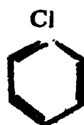
ভিনাইলবেনজিনকে, $C_6H_5CH{=}CH_2$, স্টাইরিন বলে। হ্যালোজিবেনজিন, মিথাইল-বেনজিন ইত্যাদি IUPAC নাম। বেনজিন বলয়ে প্রতিস্থাপিত গ্রুপ বর্ণানুক্রমে উল্লিখিত হয়, তাহাদের অবস্থান যেখানেই হোক। অবস্থান সংখ্যা দ্বারা সূচিত হয় কিন্তু ইহাদের অবস্থান নিম্নতম সংখ্যায় ব্যক্ত করাই রীতি। একাধিক প্রতিস্থাপিত গ্রুপ বলয়ে থাকিলে সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ গ্রুপের অবস্থান-সংখ্যা হয় 1; বলয়ে দুইটিমাত্র গ্রুপ থাকিলে, অরথো- (1,2- বা 1,6-), মেটা- (1,3- বা 1,5-) ও প্যারা- (1,4-) দ্বারা ইহাদের অবস্থান ব্যক্ত হয়। টলুইনে প্রতিস্থাপিত গ্রুপের অবস্থান নির্দেশ করিতে, গণনা শুরু হয় মিথাইল গ্রুপ হইতে। দৃষ্টান্ত :



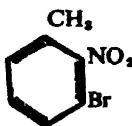
অরথো-ডাইক্লোরোবেনজিন



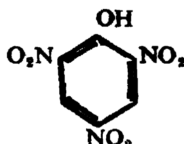
মেটা-ডাইক্লোরোবেনজিন



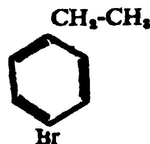
প্যারা-ডাইক্লোরোবেনজিন



3-ব্রোমো-2-নাইট্রোটলুইন



2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফিনল

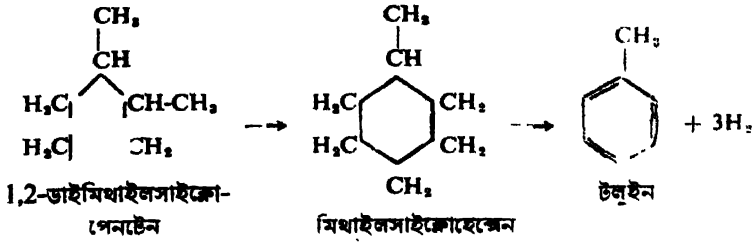


প্যারা-ব্রোমোইথাইলবেনজিন

অ্যারিল গ্রুপের নামও কিছুটা ভিন্ন যথা C_6H_5- ফিনাইল (বেনজাইল নয়), $C_6H_5CH_2$- বেনজাইল (টলাইল নয়; CH_3-C_6H_4- গ্রুপকে টলাইল বলে); ন্যাপথাইল, $C_{10}H_7$-, পিকরিল, $C_6H_2(NO_2)_3$- প্রভৃতি অবশ্য স্বাভাবিক নাম।

টলুইন, মিথাইলবেনজিন, C_6H_5-CH_3, অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের সমগণীয় পর্যায়ের দ্বিতীয় সদস্য; টলু বৃক্ষের সুগন্ধি নির্যাস নির্জল পাতনে প্রথম তৈয়ার হয়। শিল্প ও বাণিজ্যের চাহিদা মিটায় আলকাতরার লঘু তৈল অংশ; এক টন কয়লা হইতে $\frac{1}{2}$ গ্যালন টলুইন পাওয়া যায়। বর্মিয়ো এবং আসামের পেট্রোলিয়ামের শতকরা এক ভাগ টলুইন। টলুইনের বাণিজ্যিক গুরুত্ব যথেষ্ট, বেনজিনের পরেই।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **পেট্রোলিয়াম হইতে:** ইহার অন্যতম উপাদান, 1,2-ডাই-মিথাইলসাইক্লোপেনটেনকে, খনিজ তৈলের কারখানায় টলুইনে রূপান্তরিত করা হয়। 560°-তে অ্যালুমিনার-উপর-বিস্তৃত-মলিবডিনাম-ডাইঅক্সাইডের উপর দিয়া 10-20 বায়ু চাপে মিথাইলসাইক্লোহেক্সেন প্রবাহিত করিলে টলুইন উৎপন্ন হয়। উত্তাপে 1,2-ডাইমিথাইলসাইক্লোপেনটেন প্রথম ধাপে মিথাইলসাইক্লোহেক্সেনে পরিণত হয়। এই সঙ্গে পেট্রোলিয়ামের অন্যতম উপাদান নরমাল হেপটেনও টলুইন গঠন করে। টলুইনের উৎপাদন 85%.

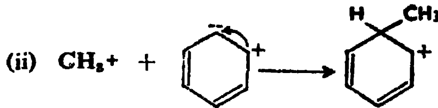


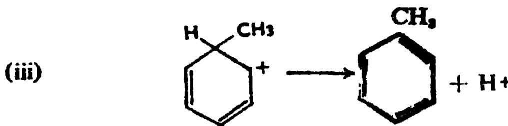
(২) **বেনজিন হইতে:** 80° তাপাংকে খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে নির্জল বেনজিনে অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে মিথাইল ক্লোরাইড গ্যাস চালিত করিলে টলুইন উৎপন্ন হয় (ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়া)। সামান্য আর্দ্রতায়ও এই বিক্রিয়া ঘটে না। নির্দিষ্ট ওজনবৃদ্ধি না হওয়া পর্যন্ত গ্যাস চালানো হয়। মিশ্রণ প্রচুর বরফ জলে ঢালিলে অতিরিক্ত বেনজিন ও টলুইন ভাসিয়া উঠে। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা চলে। ইহা কেতাবী পদ্ধতি; কিন্তু ইহার তাত্ত্বিক গুরুত্ব যথেষ্ট।


$$C_6H_6 + CH_3Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CH_3 + HCl$$
বেনজিন মিথাইল ক্লোরাইড টলুইন

এই বিক্রিয়ার গতিপথ এই রকম:


(i) $CH_3Cl + AlCl_3 \longrightarrow CH_3{+}AlCl_4^- \rightleftharpoons CH_3^+ + AlCl_4^-$






(iv) $AlCl_4^- + H^+ \longrightarrow AlCl_3 + HCl$

(৩) **ব্রোমোবেনজিন হইতে:** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে নির্মল সোডিয়ামের পাতলা ফালি ইথার-আবৃত করিয়া তাহাতে ধীরে ধীরে বিয়োজী ফানেল হইতে ব্রোমো বেনজিন ও মিথাইল আইয়োডাইডের মিশ্রণ (1:1) মিশাইলে টলুইন পাওয়া যায়। বিক্রিয়ার তাপে তরল ফুটিতে থাকে। বিক্রিয়া উগ্র হইলে কাঁচ কূপী শীতল জলে ডুবানো দরকার। কিছু ডাইফিনাইল, $C_6H_5\text{-}C_6H_5$, এবং ইথেন, $CH_3\text{-}CH_3$, এই সঙ্গে গঠিত হয়। আংশিক পাতনে টলুইন উদ্ধার করা যায়। ইহা ভুর্তজ বিক্রিয়ার অনুরূপ; নাম ফিটিগ বিক্রিয়া (Fittig reaction).


$$C_6H_5Br + CH_3I + 2Na \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_3 + NaBr + NaI$$
ব্রোমোবেনজিন মিথাইল আইয়োডাইড টলুইন

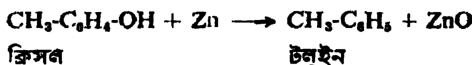
(৪) **টলুইক অ্যাসিড হইতে:** টলুইক অ্যাসিডের (অঃ, মেঃ বা প্যাঃ) সোডিয়াম লবণ এবং সোডা-চুন পাতন করিলে সামান্য টলুইন পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}COONa + NaOH \longrightarrow CH_3\text{-}C_6H_5 + Na_2CO_3$$

টলুইক অ্যাসিড (সোডিয়াম লবণ) টলুইন

(৫) **ক্রিসল হইতে:** হাইড্রক্সিটলুইনকে (অঃ, মেঃ বা প্যাঃ-ক্রিসল) জিংক চূর্ণ প্রবল উত্তাপে টলুইনে বিজারিত করে।

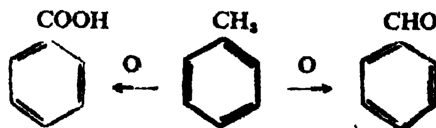


$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH + Zn \longrightarrow CH_3\text{-}C_6H_5 + ZnO$$

ক্রিসল টলুইন

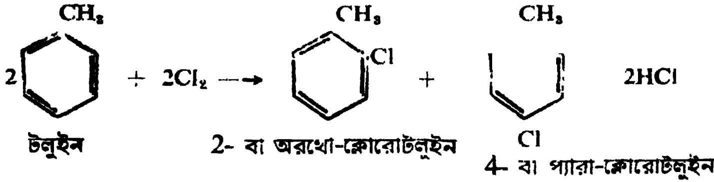
ধর্ম: টলুইন বর্ণহীন, সহজ-দাহ্য, উদ্বায়ী তরল (স্ফুটনাংক 110°; আঃ গুঃ 0.866); গন্ধ বেনজিনের মত; জলে অদ্রবণীয় এবং অ্যালকোহল ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। ইহা বায়ুতে দীপ্ত শিখায় প্রচুর ভুসাসহ জ্বলে। টলুইন বেনজিনের তুলনায় কম বিষাক্ত। ইলেকট্রন-বিকর্ষী মিথাইল গ্রুপ বন্ধনের ইলেকট্রন বেনজিন বলয়ের দিকে ঠেলিয়া দেয়; ইহাতে বলয়ে ইলেকট্রনের কিছু বাড়তি হয় এবং টলুইন পোলার যৌগের বৈশিষ্ট্য পায় (ডাইপোল মোমেন্ট 0.37 D, বেনজিনের শূন্য, 0)। বেনজিন অপেক্ষা টলুইন ইলেকট্রন-প্রয়াসী বিকারককে বেশী জোরে আকৃষ্ট করে; ফলে প্রতিস্থাপন-বিক্রিয়া দ্রুততর হয়। প্রতিস্থাপক গ্রুপ সাধারণতঃ টলুইনের অরথো- এবং প্যারা-অবস্থানে প্রবেশ করে (কদাচিৎ ইহা মেটা-যৌগ গঠন করে)। পক্ষান্তরে নিগেটিভ ফিনাইল গ্রুপের, C_6H_5-, জন্য পার্শ্বস্থিত মিথাইল গ্রুপ অ্যালকেনের তুলনায় অধিকতর সক্রিয়।

বিক্রিয়া: (১) **জারণ:** মৃদু জারক (যথা ক্লোরোফরমে দ্রবীভূত ক্রোমিল ক্লোরাইড) সাধারণ তাপাংকে টলুইনকে বেনজ্যালডিহাইডে জারিত করে। সেলেনিয়াম ডাই-অক্সাইড, SeO_2, টলুইনকে বেনজ্যালডিহাইড ও বেনজোয়িক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে। তীব্র জারক যথা ক্রোমিক অ্যাসিড, ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অথবা লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ফুটন্ত টলুইনকে সরাসরি বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে। বেনজিন-বলয়-যুক্ত যে কোন অ্যালকিল গ্রুপ (ইহাকে শাখা-শৃংখল বলে) জারণে কার্বক্সিল গ্রুপে পরিণত হয়।

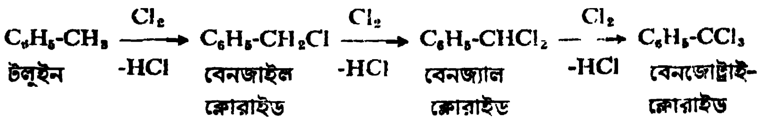


(২) **হ্যালোজেনেশন:** ক্লোরিন ও ব্রোমিন দুয়ে বেনজিন বলয়ের নয় মিথাইল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে। সাধারণ তাপাংকে অনুঘটকের (যথা আইয়োডিন, লৌহ কণা, লাল ফসফরাস ইত্যাদি) উপস্থিতিতে টলুইনে ক্লোরিন গ্যাস চালিত

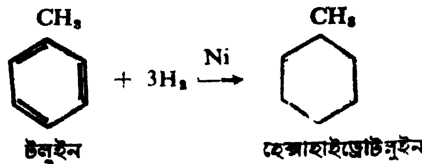
করিলে 2-ক্লোরোটলুইন এবং 4-ক্লোরোটলুইন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে ঘটে। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের অনুরূপ; আইয়োডিন নিষ্ক্রিয়। 25°-তে অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে টলুইন ও ব্রোমিনের বিক্রিয়া (আইয়োডিনের উপস্থিতিতে) বেনজিনের অনুরূপ বিক্রিয়া অপেক্ষা 467 গুণ দ্রুততর।



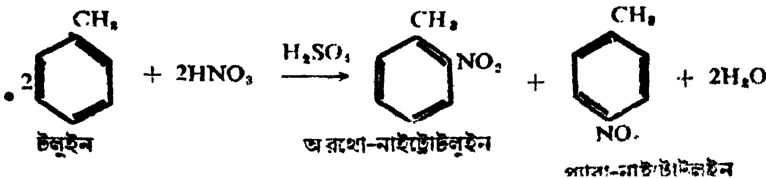
পক্ষান্তরে আলোর উপস্থিতিতে ফুটন্ত টলুইনে নির্জল ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে ইহার মিথাইল গ্রুপের হাইড্রোজেন একটির পর একটি ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং যথাক্রমে বেনজাইল ক্লোরাইড, বেনজ্যাল ক্লোরাইড এবং বেনজোট্রাইক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। অনুঘটক অবাঞ্ছিত। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের অনুরূপ; আইয়োডিন নিষ্ক্রিয়।



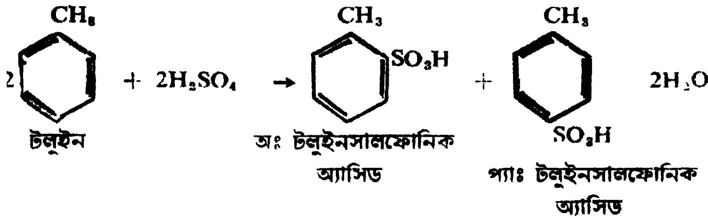
(৩) **হাইড্রোজেনেশন:** বাষ্পীয় টলুইন এবং হাইড্রোজেন 180°-তে নিকেল অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে হেক্সাহাইড্রোটলুইন উৎপন্ন হয়। অনুরূপ অবস্থায় বেনজিন হেক্সাহাইড্রোবেনজিন বা সাইক্লোহেক্সেনে রূপান্তরিত হয়।



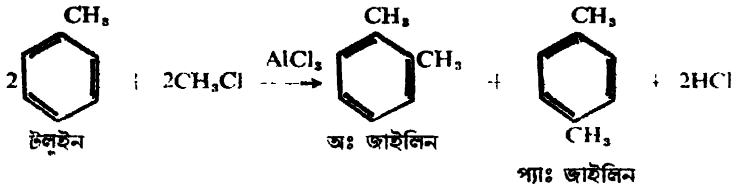
(৪) **নাইট্রেশন:** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (1:1, আয়তনে) শীতল অবস্থায় টলুইনকে অরথো- ও প্যারা-নাইট্রোটলুইনে রূপান্তরিত করে। বিক্রিয়া বেনজিনের তুলনায় মৃদুতর পরিবেশে এবং দ্রুততর গতিতে ঘটে।



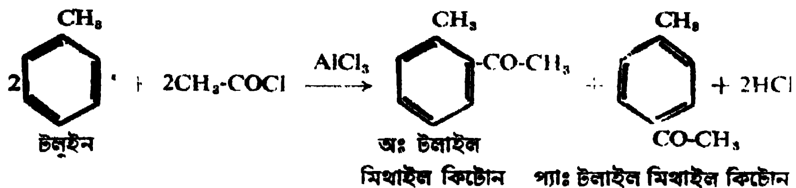
(৫) সালফোনেশন: ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ও টলুইন বিনা উত্তাপে অরথো- এবং প্যারা-টলুইনসালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড এবং টলুইন খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে কয়েক ঘণ্টা ফুটাইলে এই বিক্রিয়া ঘটে। নাইট্রোবেনজিন দ্রবণে 40°-তে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও টলুইনের বিক্রিয়া বেনজিনের চেয়ে 5.1 গুণ দ্রুততর।



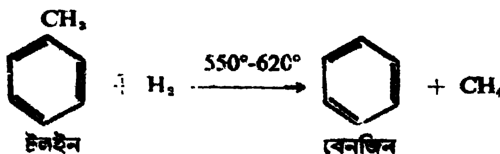
(৬) অ্যালকিলেশন: নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে টলুইন ও মিথাইল ক্লোরাইড অরথো- ও প্যারা-জাইলিন গঠন করে। বিক্রিয়া অবিরাম চলিতে থাকে এবং যথেষ্ট মিথাইল ক্লোরাইড থাকিলে একাধিক মিথাইল গ্রুপ বেনজিন বলয়ে প্রবেশ করে (ফ্রিডল-ক্রাফ্‌টস বিক্রিয়া)।



(৭) অ্যাসিলিশন: অনুরূপ বিক্রিয়ায় টলুইন ও অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অঃ ও প্যাঃ টলাইল মিথাইল কিটোন উৎপাদন করে।

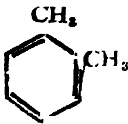


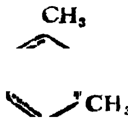
(৮) মিথাইল গ্রুপ অপসারণ: শিল্পে বেনজিনের বিপুল চাহিদা মিটাইতে বাষ্পীয় টলুইন এবং হাইড্রোজেন চাপ-পিষ্ট অবস্থায় 550°-620° তাপাংকে প্ল্যাটিনাম-অ্যালুমিনিয়াম অনুঘটকের উপর দিয়া চালিত করিয়া বেনজিন তৈয়ার হয়।



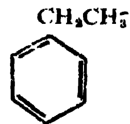
ব্যবহার: টলুইনের প্রধান প্রয়োগ বেনজিনে রূপান্তর। T. N. T. (বিস্ফোরক), বেনজ্যালডিহাইড, বেনজোয়িক অ্যাসিড, স্যাকারিন (মিষ্টতম দ্রব্য) প্রভৃতি প্রস্তুত হয় টলুইন হইতে। ইহা রং, রজন, বার্ণিশ ইত্যাদির দ্রাবক। পেট্রলের সহিত ইহা মিশাইলে মোটরযান প্রায় নিঃশব্দে চলে।

জাইলিন, ডাইমিথাইলবেনজিন, $C_6H_4(CH_3)_2$, অরথো-, মেটা- ও প্যারা-, এবং ইথাইলবেনজিন, C_6H_5-C_2H_5, সমাবয়বী। কাঠের আলকাতরা হইতে জাইলিন প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল (*xylon*, কাঠ)।


অঃ জাইলিন (স্ফুঃ অঃ 142°)


মেঃ জাইলিন (স্ফুঃ অঃ 139°)


প্যাঃ জাইলিন (স্ফুঃ অঃ 137°)


ইথাইলবেনজিন (স্ফুঃ অঃ 136°)

আলকাতরার লঘু তৈলের 4-7% জাইলিন। এক টন কয়লা হইতে 0.3 গ্যালন জাইলিন মিশ্রণ পাওয়া যায়। তিনটি জাইলিন ও ইথাইলবেনজিনের স্ফুটনাংক কাছাকাছি; আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা কঠিন। ইহাদের গুণগত সাদৃশ্যের জন্য এই মিশ্রণ (70% মেটা-, 18% প্যারা-, 4% অরথো-জাইলিন এবং 8% ইথাইল-বেনজিন) বাণিজ্যে ব্যবহৃত হয়। জাইলিন মিশ্রণে কিছু স্টাইরিন, C_6H_5-$CH=CH_2$, থাকে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত সংযোজন যৌগ গঠন করিয়া স্টাইরিন অপসারিত হয়। টেরিলিন (কৃত্রিম আঁশ) প্রস্তুত করিতে প্যাঃ জাইলিন দরকার (এ জন্য ইহা টেরিথলিক অ্যাসিডে, HOOC-C_6H_4-COOH, জারিত হয়)। পেট্রোলিয়ামের ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেনকে অনুঘটকের উপস্থিতিতে উত্তাপ প্রয়োগে প্যাঃ জাইলিনে রূপান্তরিত করা হয়।



$$C_6H_{10}(CH_3)_2 \rightarrow C_6H_4(CH_3)_2 + 3H_2$$

ডাইমিথাইলসাইক্লোহেক্সেন → প্যাঃ জাইলিন

ধর্ম: সকল জাইলিন বর্ণহীন, সহজ-প্রবাহী এবং সহজ-দাহ্য তরল, জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, বেনজিন ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। ইহারা স্টীম-উদ্বায়ী এবং বিষাক্ত; নিঃশ্বাসের সহিত টানিলে মাথা ধরে এবং মাথা ঘুরায়। জাইলিনের সহিত ক্লোরিন ও ব্রোমিনের বিক্রিয়া টলুইনের মত। উত্তপ্ত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড জাইলিনের একটি মিথাইল গ্রুপকে কার্বক্সিল গ্রুপে জারিত করিয়া অঃ, মেঃ ও প্যাঃ টলুইক অ্যাসিড, CH_3-C_6H_4-COOH, গঠন করে। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাদিগকে সরাসরি অঃ, মেঃ ও প্যাঃ থলিক অ্যাসিডে, HOOC-C_6H_4-COOH, জারিত করে। কিন্তু ক্রোমিক অ্যাসিড প্যাঃ ও মেঃ জাইলিনকে প্যাঃ ও মেঃ থলিক অ্যাসিডে

জারিত এবং অঃ জাইলিনকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে। সমাবয়বী ইথাইলবেনজিন, C_6H_5-C_2H_5, জারণে বেনজোয়িক অ্যাসিড, C_6H_5-COOH, গঠন করে। এই ভাবে জাইলিন হইতে ইহাকে চিহ্নিত করা চলে। 500°-তে অ্যালুমিনা ও সিলিকার উপর দিয়া চাপ-পিষ্ট হাইড্রোজেনসহ অঃ বা মেঃ জাইলিন প্রবাহিত করিয়া ইহাদিগকে প্যাঃ জাইলিনে (টেরিলিনের জন্য) রূপান্তরিত করা হয়।

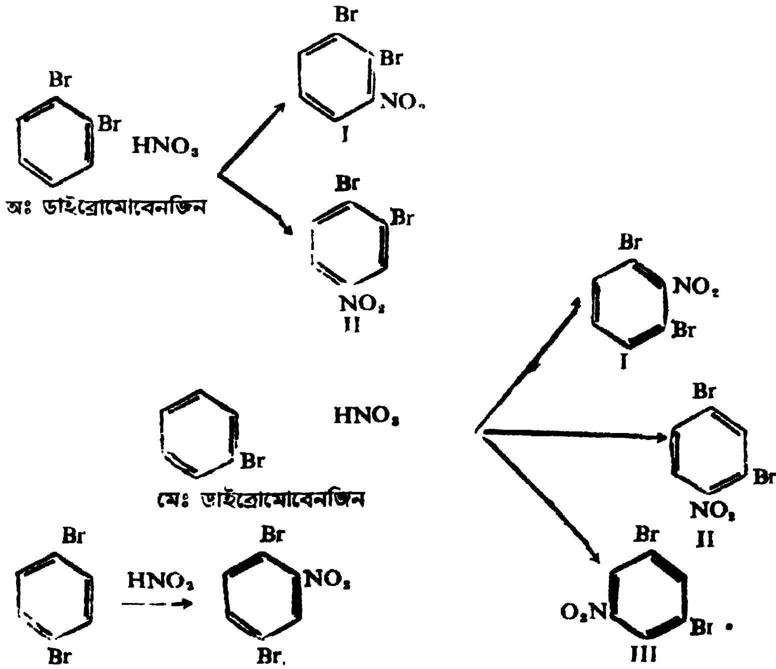
ব্যবহার: জাইলিন মিশ্রণ রবার, বার্ণিশ প্রভৃতির দ্রাবক। অকটেন-সংখ্যা বৃদ্ধি করিতে পেট্রলের সহিত জাইলিন মিশানো হয়। অঃ জাইলিন হইতে থলিক অ্যাসিড, মেঃ জাইলিন হইতে রঞ্জন-দ্রব্য এবং প্যাঃ জাইলিন হইতে টেরিলিন প্রস্তুত হয়।

পৃথকীকরণ: আংশিক পাতনে অঃ, মেঃ ও প্যাঃ জাইলিন পৃথক করা সম্ভব নয়। শীতল 80% সালফিউরিক অ্যাসিড মেঃ জাইলিনকে মেঃ জাইলিনসালফোনিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে কিন্তু অঃ ও প্যাঃ জাইলিন অবিকৃত থাকে। ইহাদিগকে পাতনে পৃথক করিয়া 20° তাপাংকে 98% সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় অঃ ও প্যাঃ জাইলিন-সালফোনিক অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। ইহাদের সোডিয়াম লবণের জলীয় গাঢ় দ্রবণ ঠাণ্ডা করিলে প্যাঃ জাইলিন সোডিয়াম সালফোনেট স্ফটিকাকারে দেখা দেয়। অঃ যৌগ দ্রবণে থাকে। অঃ, মেঃ ও প্যাঃ জাইলিন সোডিয়াম সালফোনেট পৃথক ভাবে 25% হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা চাপ-পিষ্ট অবস্থায় আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া অঃ, মেঃ ও প্যাঃ জাইলিন পাওয়া যায়। ইথার দ্রবণে অঃ, মেঃ অথবা প্যাঃ ব্রোমোটলুইন, মিথাইল আইয়োডাইড ও সোডিয়ামের বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ অঃ, মেঃ বা প্যাঃ জাইলিন তৈয়ার করা চলে। ইহা ফিটিগ পদ্ধতিতে ব্রোমোবেনজিন ও মিথাইল আইয়োডাইড হইতে টলুইন প্রস্তুতির মত।

চিহ্নিতকরণ: স্ফুটনাংক দ্বারা অঃ, মেঃ ও প্যাঃ জাইলিন চিহ্নিত করা যায় না। গরম লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাদিগকে অনুরূপ টলুয়িক অ্যাসিডে জারিত করে; ইহাদের গলনাংক: অঃ টলুয়িক অ্যাসিডের 107°, মেঃ টলুয়িক অ্যাসিডের 112° এবং প্যাঃ টলুয়িক অ্যাসিডের 181°। ইহাদিগকে শনাক্ত করা সহজ; তাই পরোক্ষভাবে অঃ, মেঃ ও প্যাঃ অ্যাসিডের গলনাংক দ্বারা জাইলিন চিহ্নিত করা সম্ভব। পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড প্যাঃ জাইলিনকে টেরিথলিক অ্যাসিডে, HOOC-C_6H_4-COOH, (ইহা 300° তাপাংকে ঊর্ধপাতিত হয়) জারিত করে, মেঃ জাইলিনকে আইসোথলিক অ্যাসিডে, HOOC-C_6H_4-COOH, (গলনাংক 348°) পরিণত করে এবং অঃ জাইলিনকে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে। জাইলিন চিহ্নিত করিতে ইহা বিকল্প উপায়।

কোরনার পদ্ধতি (Körner method): বেনজিন বলয়ের একাধিক হাইড্রোজেন পরমাণু অপর কোন পরমাণু বা গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে সমাবয়বী যৌগ উৎপন্ন হয়; যথা অঃ, মেঃ ও প্যাঃ ডাইক্লোরোবেনজিন, Cl-C_6H_4-Cl. ইহাদের শনাক্ত-

করণকে অরিয়েন্টেশন (orientation) বলে। কোরনার পদ্ধতি বেনজিনের আণবিক গঠন এবং অঃ, মেঃ ও প্যাঃ যৌগের বিভিন্ন সংখ্যক ত্রি-প্রতিস্থাপিত (tri-substituted) যৌগ গঠনের উপর প্রতিষ্ঠিত; তৃতীয় প্রতিস্থাপক পরমাণু বা গ্রুপ মূল পরমাণু বা গ্রুপের অনুরূপ বা বিভিন্ন হইতে পারে। অঃ ডাইব্রোমোবেনজিন দুইটি সমাবয়বী ত্রি-প্রতিস্থাপিত যৌগ, যথা ডাইব্রোমোনাইট্রোবেনজিন, গঠন করিতে সক্ষম। মেঃ ডাইব্রোমোবেনজিন তিনটি, এবং প্যাঃ ডাইব্রোমোবেনজিন মাত্র একটি ত্রি-প্রতিস্থাপিত যৌগ উৎপাদন করিতে পারে। অতএব উৎপন্ন সমাবয়বী ডাইব্রোমোনাইট্রোবেনজিনের সংখ্যা হইতে বুঝা যায় কোন্‌টি অঃ ডাইব্রোমোবেনজিন, কোনটি মেঃ এবং কোনটি প্যাঃ।



তিনটি ডাইব্রোমোবেনজিনের প্রত্যেকটির প্রতিস্থাপনযোগ্য চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু নাইট্রো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে যে চারটি ডাইব্রোমোনাইট্রোবেনজিন হিসাব মত পাওয়া সম্ভব, তাহাদের দুইটি অঃ যৌগের I ও II, একটি মেঃ যৌগের I, II ও III, এবং তিনটি প্যাঃ যৌগের I হইতে ভিন্ন নয়। অতএব সমাবয়বী ত্রি-প্রতিস্থাপিত যৌগের সংখ্যা অঃ, মেঃ ও প্যাঃ ডাইব্রোমোবেনজিনের ক্ষেত্রে যথাক্রমে দুই, তিন এবং এক। কোরনারের পদ্ধতি তত্ত্ব-ভিত্তিক এবং নির্ভুল কিন্তু কার্যতঃ কঠিন; সকল ক্ষেত্রে সম্ভাব্য সকল যৌগ প্রস্তুত করা সহজ বা আদৌ সম্ভব না হইতে পারে। ইহার কারণ বেনজিন বলয়ের প্রতিস্থাপিত গ্রুপ আগন্তুক গ্রুপের নির্দিষ্ট স্থানে প্রবেশের

পথে দুর্জয় বাধা সৃষ্টি করিতে পারে। অধিকন্তু উৎপন্ন নূতন যৌগের স্বল্পতা হেতু ইহাকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া এবং শনাক্ত করা দুঃসাধ্য হইতে পারে। অতীতে কোরনার পদ্ধতির প্রয়োজন ছিল কিন্তু ভৌত-ধর্ম-ভিত্তিক নানাবিধ আধুনিক যন্ত্রপাতি দ্বারা সমাবয়বী যে কোন অ্যারোমিটিক যৌগ দ্রুত চিহ্নিত করা এখন সহজ।

অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য: (১) **বেনজিন বলয়ের স্থিতিশীলতা:** বেনজিনের গঠন ইহার বলয়ে π ইলেকট্রন বিন্যাসের (aromatic sextet) ফলে অতিশয় স্থিতিশীল। সাধারণতঃ বলয়ের হাইড্রোজেন কোন গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে ইহার কোন হেরফের হয় না। ক্লোরোবেনজিন, C_6H_5Cl, নাইট্রোবেনজিন, C_6H_5-NO_2, বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড, C_6H_5-SO_3H, প্রভৃতি যৌগে বেনজিন বলয়ের আণবিক গঠন অক্ষুণ্ণ রহিয়াছে; বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ও কস্টিক সোডা হইতে উচ্চ তাপাংকে প্রস্তুত ফিনলেও, C_6H_5-OH, ইহা অটুট থাকে। জারক এই গঠন সহজে ভাঙ্গিতে পারে না।

(২) **আংশিক দ্বিবন্ধ:** বেনজিনের দ্বিবন্ধ আধা-দ্বিবন্ধ মাত্র। তিনটির একটিকে একবন্ধে রূপান্তরিত করিবামাত্র π ইলেকট্রন বিন্যাস আংশিক নষ্ট হয় এবং গঠনের স্থিতিশীলতা হ্রাস পায়। তাই ইথিলিনের সক্রিয়তা বেনজিনে প্রায় অনুপস্থিত। সংযোজন যৌগ গঠন অপেক্ষা প্রতিস্থাপিত যৌগ গঠনের প্রবণতা বেনজিনের অনেক বেশী।

(৩) **বলয়-সংলগ্ন গ্রুপের বৈশিষ্ট্য:** অ্যালকিল ও ফিনাইল গ্রুপের কাঠামো বা গঠন বৈচিত্র্য মূলতঃ ভিন্ন; বলয়ের গঠন ইহার সংলগ্ন সক্রিয় গ্রুপকে প্রভাবিত করে। যথা: হাইড্রক্সিল গ্রুপ অ্যালকিল গ্রুপের সহিত যুক্ত হইয়া প্রশম অ্যালকোহল, R-OH, উৎপাদন করে; কিন্তু বেনজিনের বলয়ে যুক্ত হইয়া ফিনল (বা কার্বলিক অ্যাসিড), C_6H_5-OH, গঠন করে। ফিনাইলঅ্যামিন বা অ্যানিলিনের, $C_6H_5NH_2$, ডায়াজো বিক্রিয়া ইথাইলঅ্যামিনে, $C_2H_5NH_2$, ঘটে না। ইথাইল ক্লোরাইড, C_2H_5Cl, অতিশয় সক্রিয় (ইহার ক্লোরিন সহজেই অন্য গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়)। কিন্তু ক্লোরোবেনজিনে, C_6H_5Cl, ক্লোরিন প্রায় নিষ্ক্রিয়, অতি উগ্র পরিবেশেই ইহার প্রতিস্থাপন সম্ভব। বেনজিন বলয়ের অ্যালকিল গ্রুপ (পার্শ্ব-শৃংখল) সহজে কার্বক্সিল গ্রুপে, -COOH, জারিত হয় (ফুটন্ত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড টলুইনকে, C_6H_5-CH_3, বেনজোয়িক অ্যাসিডে, C_6H_5-$COOH$, জারিত করে)। কোন অ্যালকেনের প্রান্তিক মিথাইল গ্রুপ এই ভাবে জারিত হয় না।

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
বেনজিন	C_6H_6	5.4	80.4	0.874
টলুইন	C_6H_5-CH_3	-95	110	0.862
ইথাইলবেনজিন	C_6H_5-C_2H_5	-95	136	0.863

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
নঃ প্রোপাইলবেনজিন	C_6H_5-CH_2-CH_2-CH_3	-100	159	0.858
আইসো ,, ,,	C_6H_5-$CH(CH_3)_2$	-96	152	0.858
অঃ জাইলিন	CH_3-C_6H_4-CH_3	-25	142	0.876
মেঃ ,,	,,	-48	139	0.860
প্যাঃ ,,	,,	13	137	0.857
1,2,3-ট্রাইমিথাইলবেনজিন	$C_6H_3(CH_3)_3$	-25	176	0.890
1,2,4- ,, ,,	,,	-44	169	0.870
1,3,5- ,, ,,	,,	-45	165	0.861
স্টাইরিন	C_6H_5-$CH=CH_2$	-31	145	0.901

প্রশ্নমালা

১। অ্যারোমেটিক যৌগসমূহের প্রধান বৈশিষ্ট্য কি? বেনজিনের আণবিক গঠন মূলতঃ কোন্ কোন্ তথ্যের উপর প্রতিষ্ঠিত?

২। দ্বি-প্রতিস্থাপিত (di-substituted) বেনজিন যৌগের সমাবয়বতা সম্বন্ধে যাহা জান লিখ। ইহাদিগকে চিহ্নিত করিবার উপায় কি?

৩। আলকাতরা হইতে বেনজিন নিষ্কাশন সংক্ষেপে বিবৃত কর। ইহার প্রধান প্রয়োগ কি? (i) ক্লোরিন, (ii) নাইট্রিক অ্যাসিড ও (iii) সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বেনজিনের কি বিক্রিয়া ঘটে?

৪। কি ভাবে (i) ফিনল, (ii) বেনজোয়িক অ্যাসিড, (iii) টলুইন ও (iv) অ্যাসিটিলিন হইতে বেনজিন প্রস্তুত করা চলে?

৫। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) ফ্রিডল-ক্রাফ্টস বিক্রিয়া, (ii) ফিটিগ পদ্ধতি, (iii) সালফোনেশন ও (iv) অরিয়েনটেশন।

৬। বেনজিন, মিথেন ও ইথিলিনের গুণগত পার্থক্য ও সাদৃশ্য আলোচনা কর।

৭। A চিহ্নিত যৌগে ফুটন্ত অবস্থায় আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিয়া B যৌগ পাওয়া গেল। ইহার C = 52.2%, H = 3.73%, Cl = 44.1% এবং বাষ্প ঘনত্ব 80. A এবং B-এর আণবিক গঠন কি?

৮। সাইক্লোহেক্সেন ও সাইক্লোহেক্সানলের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহাদের মুখ্য ব্যবহার কি? কি ভাবে একটিকে অন্যটিতে রূপান্তরিত করা যায়?

৯। 1,2-ডাইক্লোরোইথিলিন ও 1,2-ডাইক্লোরোসাইক্লোপ্রোপেনের সমাবয়বতার পার্থক্য কি?

১০। ইহাদিগকে চিহ্নিত করিবার উপায় কি: (i) সাইক্লোপ্রোপেন ও সাইক্লোবিউটেন, (ii) নঃ হেক্সেন ও সাইক্লোহেক্সেন, (iii) সাইক্লোপ্রোপেন ও প্রোপিলিন।

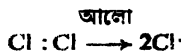
১১। অ্যালকেন, অ্যালকিন ও সাইক্লোঅ্যালকেনের গুণগত সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

সপ্তদশ অধ্যায়

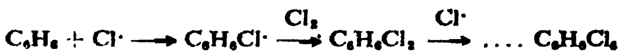
বেনজিন ও টলুইনের হ্যালোজেন-ঘটিত যৌগ

হ্যালোজেন-ঘটিত অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের যৌগ তিন প্রকার : (i) **সংযোজন যৌগ :** বেনজিন বলয়ের দ্বিবন্ধে ক্লোরিন, ব্রোমিন বা আইয়োডিন সংযুক্ত হওয়ায় ইহাদের উদ্ভব; যথা বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড, $C_6H_6Cl_6$. (ii) **বেনজিন-বলয়ে-প্রতিস্থাপিত যৌগ :** উদাহরণ : ক্লোরোবেনজিন, C_6H_5Cl. ইহাতে বেনজিন-বলয়ের হাইড্রোজেনকে হ্যালোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়াছে। (iii) **পার্শ্ব-শৃংখলে-প্রতিস্থাপিত যৌগ :** যেমন বেনজাইল ক্লোরাইড, C_6H_5-CH_2Cl. অ্যালকিল হাইড্রোজেন হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া ইহারা গঠিত। সংযোজন যৌগে বেনজিন বলয়ের π ইলেকট্রন-বিন্যাস নাই; ইহাদের বেনজিনের স্থিতিশীলতাও নাই। ইহারা সাইক্লোহেক্সেনের মত অ্যালিসাইক্লিক। (iii) শ্রেণীর যৌগের হ্যালোজেন (ii) শ্রেণী হইতে অধিকতর সক্রিয়।

বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড, $C_6H_6Cl_6$: ইহার হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন পরমাণু বেনজিন বলয়ের সমতলের উপরে ও নিচে ভিন্ন সমতলে অবস্থিত বলিয়া আটটি ত্রিমাত্রিক গঠন সম্ভব। জ্ঞাত সাতটির মধ্যে সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ γ-সমাবয়বী, গ্যামাক্সেন, B.H.C. বা লিনডেন (Lindane) অতি শক্তিশালী কীট-নাশক; ইহার ক্রিয়া D.D.T. অপেক্ষা দ্রুততর কিন্তু উদ্বায়ী বলিয়া ফল ক্ষণস্থায়ী। বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড মিশ্রণের প্রায় 15% B.H.C. ইহা অন্যান্য সমাবয়বী অপেক্ষা বেনজিনে অধিকতর দ্রবণীয়; স্ফটিকাকার (গলনাংক 112°); গন্ধ অপ্রীতিকর, অনেকটা কার্বনিল ক্লোরাইডের মত। ইহা বেনজিন, জাইলিন ও অ্যাসিটোনে দ্রবণীয় কিন্তু ইথাইল অ্যালকোহলে প্রায় অদ্রবণীয়। আলো, বায়ু, নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা সালফিউরিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে ইহা অবিকৃত থাকে। 15°-20° তাপাংকে অতি-বেগুনী আলোতে কিংবা উজ্জ্বল দিবালোকে বেনজিনের ভিতর ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিয়া ইহা প্রস্তুত হয়। মিশ্রণ হইতে সাইক্লোহেক্সেন, টলুইন বা গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্বারা B.H.C. (প্রায় 100%) নিষ্কাশিত করা চলে।



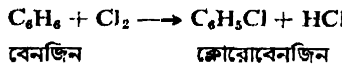
$$Cl:Cl \xrightarrow{\text{আলো}} 2Cl\cdot$$



$$C_6H_6 + Cl\cdot \longrightarrow C_6H_6Cl\cdot \xrightarrow{Cl_2} C_6H_6Cl_2 \xrightarrow{Cl\cdot} \ldots\ldots C_6H_6Cl_6$$

ক্লোরোবেনজিন, C_6H_5Cl, প্রস্তুত প্রণালী : (১) বেনজিন হইতে : কাঁচ কূপীতে বেনজিন (20 g) ও লৌহ কণা (0.5 g) লইয়া তাহাতে সাধারণ তাপাংকে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হয় ওজন 9 g না বাড়া পর্যন্ত। বিয়োজী ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড কাঁচ কূপীস্থিত পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেটে মিশাইয়া ক্লোরিন গ্যাস তৈয়ার হয়। শিল্পে ইলেকট্রোলাইটিক ক্লোরিন ব্যবহৃত হয়। এই বিক্রিয়া তাপ-

উদগারী ; কুপী ঠাণ্ডা জলে ডুবাইলে তাপাংক সীমার মধ্যে থাকে। উচ্চ তাপাংকে ডাই-ক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়। প্রত্যক্ষ দিবালোকে ক্লোরিন সংযোজিত হইয়া বেনজিন হেক্সাক্লোরাইড গঠন করে ; ইহা এড়ানো দরকার। বিক্রিয়ার শেষে মিশ্রণ শীতল জলে ঢালিলে, অদ্রবণীয় ভারী ক্লোরোবেনজিন নিচের স্তর গঠন করে। ইহা বিয়োজী ফানেলে লইয়া লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ দিয়া ধুইলে অতিরিক্ত ক্লোরিন এবং সহজাত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড চলিয়া যায়। অতঃপর জল দ্বারা ধুইলে ইহা কস্টিক সোডা-মুক্ত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা জল বিশোষিত করিয়া পাতনে বিশুদ্ধ ক্লোরোবেনজিন মিলে।



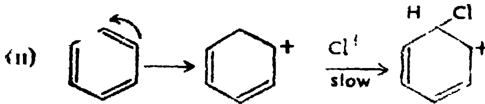
$$C_6H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5Cl + HCl$$

বেনজিন ক্লোরোবেনজিন

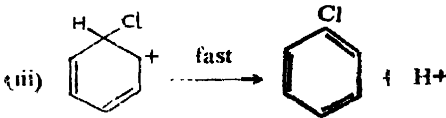
বিক্রিয়ার গতিপথ এইরকম :



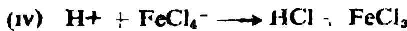
(i) $2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3 \qquad FeCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons Cl^+ FeCl_4$



(ii)

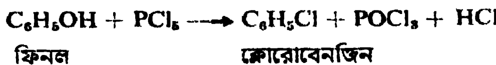


(iii)



(iv) $H^+ + FeCl_4^- \longrightarrow HCl + FeCl_3$

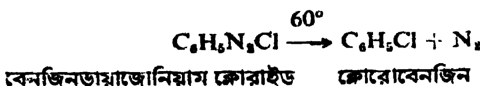
(২) ফিনল হইতে : হাইড্রক্সিবেনজিন বা ফিনলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ফসফরাস পেন্টা-ক্লোরাইড সাধারণ তাপাংকে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া সামান্য ক্লোরোবেনজিন গঠন করে ; প্রধান উৎপন্ন দ্রব্য ট্রাইফিনাইল ফসফেট, $(C_6H_5)_3PO_4$. (ইথাইল অ্যাল-কোহল ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড হইতে ইথাইল ক্লোরাইডের উৎপত্তি স্মরণীয়)। এই পদ্ধতি কেতাবী কারণ শিল্পে ক্লোরোবেনজিন হইতেই ফিনল তৈয়ার হয়।



$$C_6H_5OH + PCl_5 \longrightarrow C_6H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

ফিনল ক্লোরোবেনজিন

(৩) **বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে :** 0°-5°-তে অ্যানিলিন, $C_6H_5\text{-}NH_2$, সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড গঠন করে। ইহার জলীয় দ্রবণ এবং গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত কিউপ্রাস ক্লোরাইড 60° তাপাংকে গরম করিলে ক্লোরোবেনজিন পাওয়া যায়।

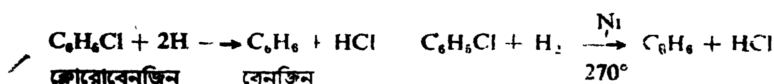


$$C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{60^\circ} C_6H_5Cl + N_2$$

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ক্লোরোবেনজিন

ধর্ম : ক্লোরোবেনজিন বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 132° ; আঃ গুঃ 1.11) ; গন্ধ মৃদু-মধুর। জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। ক্লোরোবেনজিন স্টীমে উদ্বায়ী। ইথাইল ক্লোরাইডের তুলনায় ইহা অতি নিষ্ক্রিয় ; বেনজিন বলয় হইতে ক্লোরিন বিচ্যুত করা কঠিন। অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া, পটাশিয়াম সায়ানাইড, সিলভার নাইট্রাইট, জলীয় বা অ্যালকোহলীয় ফুটন্ত কস্টিক পটাশও এই ক্লোরিন প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না।

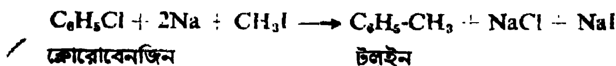
I. ক্লোরিনের বিক্রিয়া : (১) হাইড্রোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন : কস্টিক সোডা ও নিকেল-অ্যালুমিনিয়াম সংকর (অর্থাৎ জায়মান হাইড্রোজেন) ধীরে ধীরে ক্লোরোবেনজিনকে বেনজিনে বিজারিত করে। বাষ্পীয় ক্লোরোবেনজিন ও হাইড্রোজেন গ্যাস 270° তাপাংকে নিকেলের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলেও বেনজিন মিলে।



$$C_6H_5Cl + 2H \longrightarrow C_6H_6 + HCl \qquad C_6H_5Cl + H_2 \xrightarrow[270^\circ]{Ni} C_6H_6 + HCl$$

ক্লোরোবেনজিন — বেনজিন

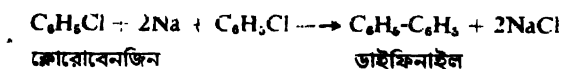
(২) অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন : ইথারে আবৃত নির্মল সোডিয়াম, ক্লোরো-বেনজিন ও মিথাইল আইয়োডাইড সাধারণ তাপাংকে মিথাইল বেনজিন বা টলুইন গঠন করে (ফিটিগ বিক্রিয়া)।



$$C_6H_5Cl + 2Na + CH_3I \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_3 + NaCl + NaI$$

ক্লোরোবেনজিন — টলুইন

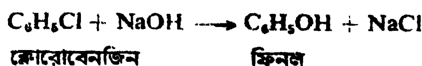
(৩) অ্যারিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন : খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে নির্জল ইথারে ক্লোরোবেনজিন ও সোডিয়ামের পাতলা ফালি ফুটাইলে সামান্য ডাইফিনাইল (গলনাংক 70°) পাওয়া যায়।



$$C_6H_5Cl + 2Na + C_6H_5Cl \longrightarrow C_6H_5\text{-}C_6H_5 + 2NaCl$$

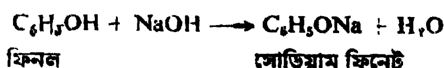
ক্লোরোবেনজিন — ডাইফিনাইল

(৪) হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন : শিল্পে 200 বায়ু চাপে 320°-তে ক্লোরো-বেনজিন ও জলীয় কস্টিক সোডা (10-15%) গরম করিয়া হাইড্রক্সিবেনজিন বা ফিনল প্রস্তুত হয়। অতিরিক্ত কস্টিক সোডা ফিনলকে সোডিয়াম ফিনেটে রূপান্তরিত করে।



$$C_6H_5Cl + NaOH \longrightarrow C_6H_5OH + NaCl$$

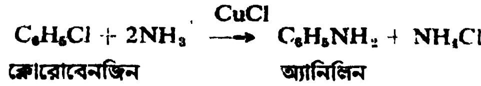
ক্লোরোবেনজিন — ফিনল



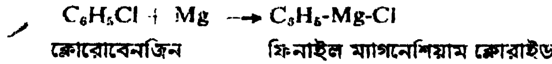
$$C_6H_5OH + NaOH \longrightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

ফিনল — সোডিয়াম ফিনেট

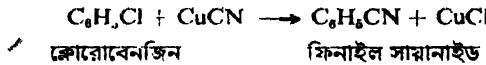
(৫) অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন : শিল্পে 200°-তে 60 বায়ু চাপে ক্লোরোবেনজিন ও অতিরিক্ত গাঢ় অ্যামোনিয়া কিউপ্রাস ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে গরম করিয়া অ্যামিনো-বেনজিন বা অ্যানিলিন তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.

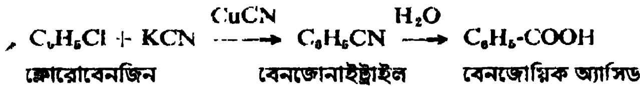


(৬) **গ্রিনার বিকারক গঠন :** নির্জল ইথার দ্রবণে ব্রোমো- কিংবা আইয়োডো-বেনজিন ও ফিতার আকারে নির্মল ম্যাগনেশিয়াম মিশাইলে ফিনাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড অথবা আইয়োডাইড (গ্রিনার বিকারক) উৎপন্ন হয়। ক্লোরোবেনজিন ও ম্যাগনেশিয়াম টেট্রাহাইড্রোফিউরান (ইথারের বদলে) দ্রবণে গ্রিনার বিকারক গঠন করে।

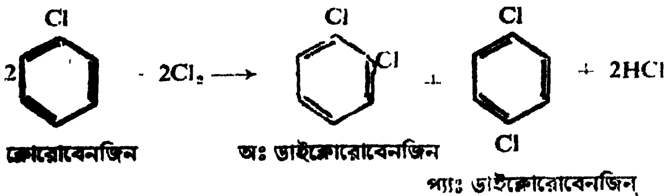


(৭) **সায়ানো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন :** ডাইমিথাইল ফরম্যামাইডে নির্জল ক্লোরো-বেনজিন ও কিউপ্রাস সায়ানাইড গরম করিলে ফিনাইল সায়ানাইড পাওয়া যায়। কিন্তু কিউপ্রাস সায়ানাইডের উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিন ও জলীয় ইথানল দ্রবণে পটাশিয়াম সায়ানাইড 200° তাপাংকে বেনজোয়িক অ্যাসিড গঠন করে। প্রথমে ফিনাইল সায়ানাইড (বেনজোনাইট্রাইল) উৎপন্ন হয়, আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা পরে বেনজোয়িক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



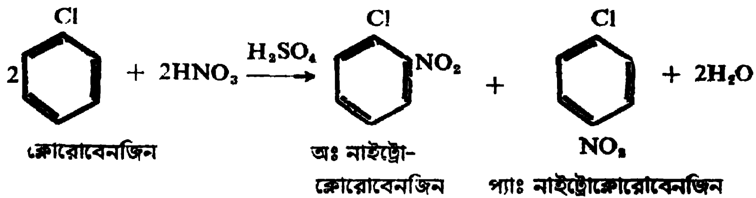


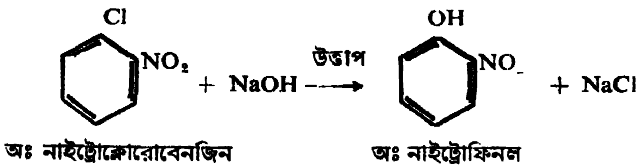
II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া :** (১) **ক্লোরিনেশন :** সাধারণ তাপাংকে লৌহ কণার উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিনে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে প্রধানতঃ অঃ এবং প্যাঃ ডাইক্লোরোবেনজিন মিলে। সামান্য মেঃ ডাইক্লোরোবেনজিনও পাওয়া যায়। প্যাঃ যৌগ কঠিনাকার (গলনাংক 53°), অপর দুইটি তরল ; ইহাদের হিমাংকের ব্যবধান যথেষ্ট; অতএব পৃথক করা চলে। প্যারা-ডাইক্লোরোবেনজিন সুগন্ধি ও কীট-নাশক; পশমী বস্ত্র সংরক্ষণে ন্যাপথালিন অপেক্ষা ইহা অধিকতর কার্যকরী।



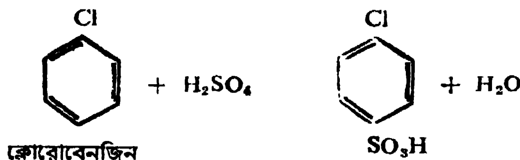
(২) **নাইট্রেশন :** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (1:1, আয়তনে) 100°-তে ক্লোরোবেনজিনকে অঃ এবং প্যাঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিনে রূপান্তরিত করে। বেনজিন বলয়ের নাইট্রো গ্রুপ ক্লোরিনের বন্ধন কিছুটা শিথিল করে। ইহাকে অ্যামিনো

অথবা হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা সহজ হয়। ফুটন্ত কস্টিক সোডা দ্রবণ অঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিনকে অঃ নাইট্রোফিনলে, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, পরিণত করে।



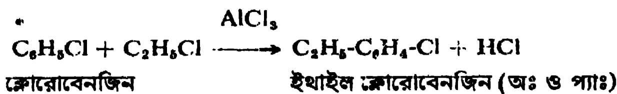


(৩) **সালফোনেশন:** ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ও ক্লোরোবেনজিন প্যাঃ ক্লোরোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। অঃ অবস্থানে বৃহদাকার সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ প্রবেশ পথে ক্লোরিনের কাছে বাধা পায়।



প্যাঃ ক্লোরোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড

(৪) **অ্যালকিলেশন:** নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ক্লোরোবেনজিন ও ইথাইল ক্লোরাইড অঃ ও প্যাঃ ইথাইলক্লোরোবেনজিন গঠন করে (ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়া)।



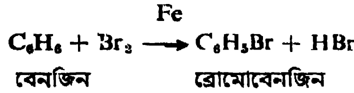
$$C_6H_5Cl + C_2H_5Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_2H_5\text{-}C_6H_4\text{-}Cl + HCl$$

ক্লোরোবেনজিন ইথাইল ক্লোরোবেনজিন (অঃ ও প্যাঃ)

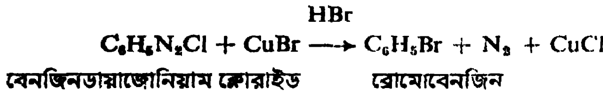
ব্যবহার: ক্লোরোবেনজিনের প্রধান প্রয়োগ ফিনল ও অ্যানিলিন উৎপাদনে; শিল্প ও বাণিজ্যে ইহাদের চাহিদা প্রচুর। ইহা তৈল, চর্বি, মোম, রজন, রবার প্রভৃতির উৎকৃষ্ট দ্রাবক। কীট-নাশক D.D.T. ক্লোরোবেনজিন হইতে প্রস্তুত হয়।

ব্রোমোবেনজিন, C_6H_5Br: (১) বেনজিন হইতে: কাঁচ কূপীতে নির্জল বেনজিন (40 g) ও লৌহ কণা (1 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা ব্রোমিন (80 g) সাধারণ তাপাংকে যোগ করা হয়। কাঁচ কূপীর মুখে খাড়া কনডেনসার এবং ইহার উপরে বিয়োজী ফানেল থাকে। সামান্য ডাইব্রোমোবেনজিনও এই সঙ্গে উৎপন্ন হয়। বেনজিনের

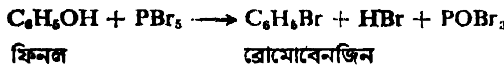
ব্রোমিনেশন ক্লোরিনেশনের তুলনায় মৃদুতর। বিয়োজী ফানেলে ব্রোমোবেনজিন লইয়া লঘু কস্টিক সোডা ও পরে জল দিয়া ধুইলে অতিরিক্ত ব্রোমিন, হাইড্রোজেন ব্রোমাইড এবং অবশিষ্ট কস্টিক সোডা অপসারিত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া পাতনে প্রায় বিশুদ্ধ ব্রোমোবেনজিন মিলে।


$$C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{Fe} C_6H_5Br + HBr$$
বেনজিন ব্রোমোবেনজিন

(২) **বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে:** হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিডে কিউপ্রাস ব্রোমাইড ও বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড 60° তাপাংকে গরম করিলে ব্রোমোবেনজিন উৎপন্ন হয়।


$$C_6H_5N_2Cl + CuBr \xrightarrow{HBr} C_6H_5Br + N_2 + CuCl$$
বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ব্রোমোবেনজিন

(৩) **ফিনল হইতে:** সাধারণ তাপাংকে ফিনল ও ফসফরাস পেন্টাব্রোমাইড সামান্য ব্রোমোবেনজিন গঠন করে।

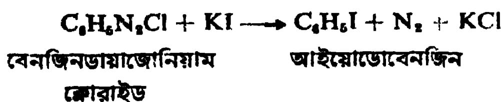

$$C_6H_5OH + PBr_5 \longrightarrow C_6H_5Br + HBr + POBr_3$$
ফিনল ব্রোমোবেনজিন

ধর্ম: ব্রোমোবেনজিন ভারী তরল (স্ফুটনাংক 156°; আঃ গুঃ 1.494)। ক্লোরোবেনজিন অপেক্ষা ইহা অধিকতর সক্রিয়; ম্যাগনেশিয়ামের সহিত ইথার দ্রবণে গ্রিনার বিকারক (ফিনাইল ম্যাগনেশিয়াম ব্রোমাইড) গঠন করে। ব্রোমোবেনজিনের বিক্রিয়া ক্লোরো-বেনজিনের মত।

আইয়োডোবেনজিন, C_6H_5I, বেনজিন ও আইয়োডিন হইতে সরাসরি প্রস্তুত করা যায় না। উৎপন্ন হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড আইয়োডোবেনজিনকে সঙ্গে সঙ্গে বেনজিনে বিজারিত করে। এই বিক্রিয়া উভয়মুখী; নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিডকে জারিত করিলে, আইয়োডোবেনজিন পাওয়া যায়। এই জন্য দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে আইয়োডিন, বেনজিন ও নাইট্রিক অ্যাসিড গরম করা হয়।

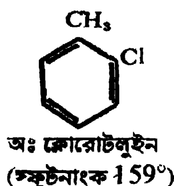

$$C_6H_6 + I_2 \rightleftharpoons C_6H_5I + HI$$
বেনজিন আইয়োডোবেনজিন

জলীয় বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ও পটাশিয়াম আইয়োডাইড ঈষৎ উষ্ণ করিয়া পরে স্টীম পাতন করিলে আইয়োডোবেনজিন মিলে।


$$C_6H_5N_2Cl + KI \longrightarrow C_6H_5I + N_2 + KCl$$
বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড আইয়োডোবেনজিন

ধর্ম: আইয়োডোবেনজিন ভারী তরল (স্ফুটনাংক 188°; আঃ গুঃ 1.832); জলে অদ্রবণীয় কিন্তু সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়। ইহা ক্লোরো- ও ব্রোমো-বেনজিন অপেক্ষা বেশী সক্রিয়; দামী বলিয়া ইহার ব্যবহার সীমিত। 250° তাপাংকে কপার কণা ও আইয়োডোবেনজিন গরম করিলে যথেষ্ট ডাইফিনাইল, C_6H_5-C_6H_5, মিলে।

ক্লোরোটলুইন, Cl-C_6H_4-CH_3, (অঃ, মেঃ ও প্যাঃ), বেনজাইল ক্লোরাইডের, C_6H_5-CH_2Cl, সমাবয়বী। ইহাদের গন্ধ মধুর কিন্তু বেনজাইল ক্লোরাইড ঝাঁঝালো।



অঃ ক্লোরোটলুইন
(স্ফুটনাংক 159°)

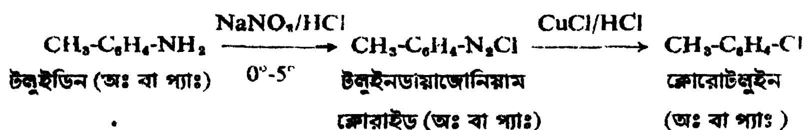


মেঃ ক্লোরোটলুইন
(স্ফুটনাংক 162°)



প্যাঃ ক্লোরোটলুইন
(স্ফুটনাংক 162°)

সাধারণ তাপাংকে অনুঘটকের (যথা লৌহ কণা) উপস্থিতিতে শীতল টলুইনে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে প্রায় সম পরিমাণ অঃ এবং প্যাঃ ক্লোরোটলুইন উৎপন্ন হয়। ইলেকট্রন-বিকর্ষী মিথাইল গ্রুপ বেনজিন বলয়ের ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করিয়া ইহাকে সক্রিয় করে; ক্লোরিনের সহিত টলুইনের বিক্রিয়া বেনজিন অপেক্ষা দ্রুততর। ইহাদের স্ফুটনাংক কাছাকাছি বলিয়া আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা শক্ত। অঃ ও প্যাঃ টলুইডিনকে, CH_3-C_6H_4-NH_2, ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডে রূপান্তরিত এবং 60°-তে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে কিউপ্রাস ক্লোরাইডসহ গরম করিয়া সাধারণতঃ বিশুদ্ধ অঃ ও প্যাঃ ক্লোরোটলুইন তৈয়ার হয়।

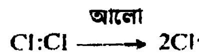


টলুইন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় মেঃ ক্লোরোটলুইন পাওয়া যায় না। মেঃ টলুইডিন হইতে ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের মাধ্যমে ইহা তৈয়ার করা চলে কিন্তু মেঃ টলুইডিনও সহজলভ্য নয়।

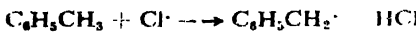
ক্লোরোটলুইন (অঃ, মেঃ ও প্যাঃ) বর্ণহীন, ভারী তরল; জলে অদ্রবণীয়, ধর্ম ও বিক্রিয়ায় মোটামুটি ক্লোরোবেনজিনের মত। ফুটন্ত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাদিগকে ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিডে, Cl-C_6H_4-$COOH$, জারিত করে। সমাবয়বী বেনজাইল ক্লোরাইড, C_6H_5-CH_2Cl, এই ভাবে বেনজোয়িক অ্যাসিডে, C_6H_5-$COOH$, জারিত হয়; কারণে ইহাদিগকে শনাক্ত করা চলে। ফুটন্ত ক্লোরোটলুইনে (অঃ, মেঃ বা প্যাঃ) অনুঘটকের উপস্থিতিতে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে,

মিথাইল হাইড্রোজেন একটির পর একটি ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। প্রথম ধাপে ক্লোরোবেনজাইল ক্লোরাইড (অঃ, মেঃ ও প্যাঃ), $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}CH_2Cl$, গঠিত হয়।

পার্শ্ব-শৃংখলে-ক্লোরিন-বিশিষ্ট যৌগ : অনুঘটকের উপস্থিতিতে (সূর্যালোকের অনুপস্থিতিতে) ঠাণ্ডা টলুইনে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে, বেনজিন বলয়ের হাইড্রোজেন ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। কিন্তু উজ্জ্বল দিবালোকে অথবা অতি-বেগুনী আলোতে (অনুঘটকের অনুপস্থিতিতে) ফুটন্ত টলুইনে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিলে, মিথাইল হাইড্রোজেন পর পর প্রতিস্থাপিত হয় এবং বেনজাইল ক্লোরাইড, $C_6H_5\text{-}CH_2Cl$, বেনজ্যাল ক্লোরাইড, $C_6H_5\text{-}CHCl_2$, এবং বেনজোট্রাইক্লোরাইড, $C_6H_5\text{-}CCl_3$, পাওয়া যায়। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের মত কিন্তু গতি মন্থর। আইয়োডিন নিষ্ক্রিয়। এই বিক্রিয়া মুক্ত-র‍্যাডিকাল ঘটিত এবং ইহার গতিপথ মিথেন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ার অনুরূপ। (পৃঃ ৪২)।



$$Cl{:}Cl \xrightarrow{\text{আলো}} 2Cl\cdot$$

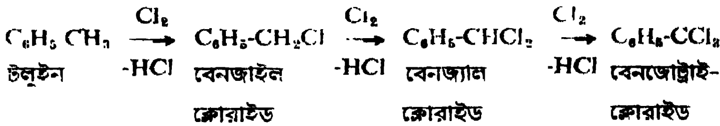


$$C_6H_5CH_3 + Cl\cdot \longrightarrow C_6H_5CH_2\cdot + HCl$$



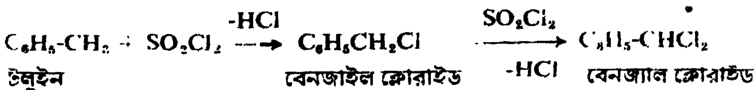
$$C_6H_5CH_2\cdot + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_2Cl + Cl\cdot$$

সংক্ষেপে



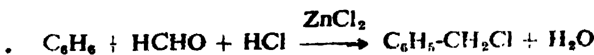
$$\underset{\text{টলুইন}}{C_6H_5CH_3} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{বেনজাইল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CH_2Cl} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2} \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} \underset{\text{বেনজোট্রাই-ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CCl_3}$$

অনুরূপ বিক্রিয়া আলোর অনুপস্থিতিতেও ঘটে যদি কোন জৈব পারঅক্সাইড, যেমন বেনজোয়িল পারঅক্সাইড উপস্থিত থাকে। ইহাও আলোর মত ক্লোরিন অণুকে পরমাণুতে বিয়োজিত করে। ফুটন্ত টলুইন ও সালফিউরিল ক্লোরাইড পারঅক্সাইডের উপস্থিতিতে বেনজাইল ক্লোরাইড (80%) গঠন করে। অতিরিক্ত সালফিউরিল ক্লোরাইড থাকিলে বেনজ্যাল ক্লোরাইড (কিন্তু বেনজোট্রাইক্লোরাইড নয়) পাওয়া যায়।



$$\underset{\text{টলুইন}}{C_6H_5\text{-}CH_3} + SO_2Cl_2 \xrightarrow{-HCl} \underset{\text{বেনজাইল ক্লোরাইড}}{C_6H_5CH_2Cl} \xrightarrow[-HCl]{SO_2Cl_2} \underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2}$$

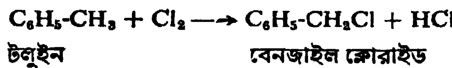
বেনজিন, ফরম্যালিন ও জিংকের মিশ্রণে 80°-তে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস প্রবাহিত করিলে বেনজাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় (ক্লোরোমিথিলেশন)।



$$C_6H_6 + HCHO + HCl \xrightarrow{ZnCl_2} C_6H_5\text{-}CH_2Cl + H_2O$$

অনুরূপ পদ্ধতিতে ফুটন্ত ইথাইলবেনজিন $C_6H_5\text{-}CHCl\text{-}CH_3$, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CH_2Cl$ এবং পরিশেষে $C_6H_5\text{-}CCl_2\text{-}CCl_3$ গঠন করে। কিন্তু ঠাণ্ডা ইথাইলবেনজিন হইতে কেবল $C_6H_5\text{-}CHCl\text{-}CH_3$ এবং $C_6H_5\text{-}CCl_2\text{-}CH_3$ পাওয়া যায়; α-কার্বনকে নিগেটিভ ফিনাইল গ্রুপ সক্রিয় করে বলিয়া ইহার হাইড্রোজেন প্রথমে প্রতিস্থাপিত হয়।

বেনজাইল ক্লোরাইড, C_6H_5-CH_2Cl : খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে নির্দিষ্ট ওজনের টলুইন লইয়া তাহাতে ফুটন্ত অবস্থায় নির্জল ক্লোরিন গ্যাস (ওজন 37.5% না বাড়া পর্যন্ত) চালিত হয়। কূপীর উপর প্রত্যক্ষ সূর্যালোক পড়িলে বিক্রিয়া ত্বরান্বিত হয়। লঘু কস্টিক সোডা দ্রবণ দ্বারা ধুইলে অতিরিক্ত ক্লোরিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপসারিত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা তরলকে নির্জল করিয়া আংশিক পাতনে অবিকৃত টলুইন (স্ফুটনাংক 110°) হইতে বেনজাইল ক্লোরাইড (স্ফুটনাংক 179°) পৃথক করা হয়।

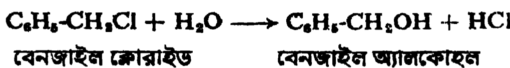


$$C_6H_5\text{-}CH_3 + Cl_2 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_2Cl + HCl$$

টলুইন — বেনজাইল ক্লোরাইড

ধর্ম : বেনজাইল ক্লোরাইড ভারী তরল (স্ফুটনাংক 179°; আঃ গুঃ 1.10); গন্ধ অতি ঝাঁঝালো, অশ্রুবর্ষী; অশান্ত জনতা ছত্রভঙ্গ করিবার অন্যতম কাঁদুনে গ্যাস। ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। ইহার বিক্রিয়া হয় বেনজিন-বলয়-ঘটিত নয় পার্শ্ব-শৃংখল-ঘটিত। ক্লোরোমিথাইল গ্রুপের, CH_2Cl, ক্লোরিন অতিশয় সক্রিয়। ইহার বিক্রিয়া অ্যালকিল ক্লোরাইডের মত। বেনজাইল ক্লোরাইড বস্তুতঃ ফিনাইল মিথাইল ক্লোরাইড (মিথাইল ক্লোরাইডের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু ফিনাইল গ্রুপ, C_6H_5-, দ্বারা প্রতিস্থাপিত)।

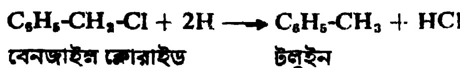
I. **ক্লোরিন-ঘটিত বিক্রিয়া :** (১) **আদ্র-বিশ্লেষ :** ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডা বেনজাইল ক্লোরাইডকে দ্রুত বেনজাইল অ্যালকোহলে আদ্র-বিশ্লেষ করে। শিল্পে খাড়া-কনডেনসারযুক্ত পাত্রে বেনজাইল ক্লোরাইড, সোডিয়াম কার্বনেট ও জল 24 ঘণ্টা ফুটাইয়া বেনজাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়।



$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + H_2O \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_2OH + HCl$$

বেনজাইল ক্লোরাইড — বেনজাইল অ্যালকোহল

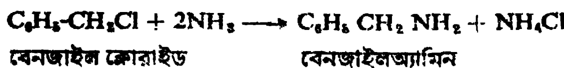
(২) **বিজারণ :** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে) অথবা কোলয়ডীয় প্যালাডিয়াম এবং হাইড্রোজেন বেনজাইল ক্লোরাইডকে টলুইনে বিজারিত করে।



$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}Cl + 2H \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_3 + HCl$$

বেনজাইল ক্লোরাইড — টলুইন

(৩) **অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন :** দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গাঢ় অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া (অতিরিক্ত) ও বেনজাইল ক্লোরাইড গরম করিলে, বেনজাইলঅ্যামিন মিলে।

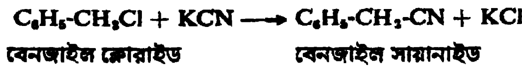


$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + 2NH_3 \longrightarrow C_6H_5\,CH_2\,NH_2 + NH_4Cl$$

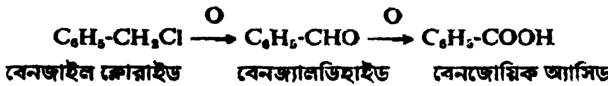
বেনজাইল ক্লোরাইড — বেনজাইলঅ্যামিন

(৪) **সায়ানো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন :** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে জলীয় অ্যালকোহল দ্রবণে পটাশিয়াম সায়ানাইড ও বেনজাইল ক্লোরাইড ফুটাইলে বেনজাইল

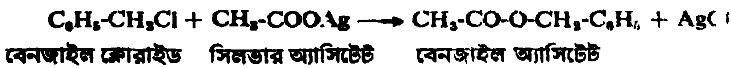
সায়ানাইড গঠিত হয়। ইহাকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}COOH$, উৎপন্ন হয়।



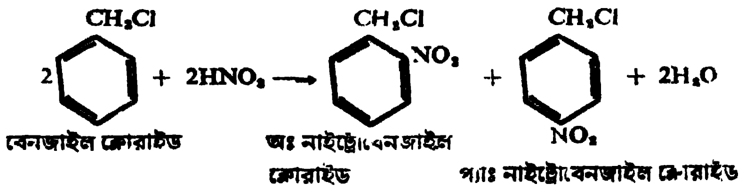
(৫) জারণ : মৃদু জারক (যথা জলীয় লেড নাইট্রেট) বেনজাইল ক্লোরাইডকে বেনজ্যাল-ডিহাইডে জারিত করে; তীব্র জারক (যেমন ফুটন্ত ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ) বেনজাইল ক্লোরাইডকে সরাসরি বেনজোয়িক অ্যাসিডে পরিণত করে।



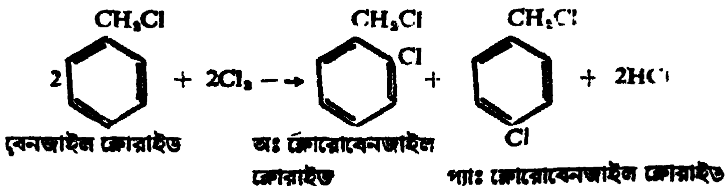
(৬) এস্টার গঠন : অ্যালকোহলীয় সিলভার অ্যাসিটেট এবং বেনজাইল ক্লোরাইড ঈষৎ গরম করিলে, বেনজাইল অ্যাসিটেট গঠিত হয়।



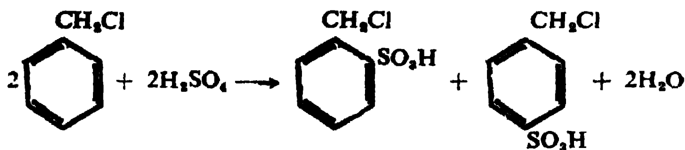
II. বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া : (১) নাইট্রেশন : গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (1 : 1, আয়তনে) বেনজাইল ক্লোরাইডকে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রো-বেনজাইল ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করে।



(২) ক্লোরিনেশন : সাধারণ তাপাংকে লৌহ কণার উপস্থিতিতে বেনজাইল ক্লোরাইডের ভিতর ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে অঃ ও প্যাঃ ক্লোরোবেনজাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

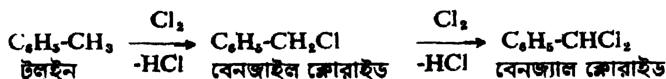


(৩) সালফোনেশন : খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও বেনজাইল ক্লোরাইড ফুটাইলে অঃ ও প্যাঃ সালফোনিক অ্যাসিড গঠিত হয়।



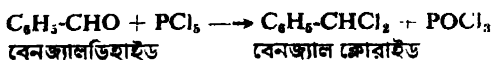
ব্যবহার: বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে বেনজাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। অশান্ত জনতা ছত্রভঙ্গ করিতে এবং বেনজিড্রিন প্রভৃতি ঔষধ তৈয়ারীতে ইহা আবশ্যক।

বেনজ্যাল ক্লোরাইড, বেনজিলিডিন ক্লোরাইড, $C_6H_5CHCl_2$: ফুটন্ত টলুইনে নির্জল ক্লোরিন গ্যাস নির্দিষ্ট ওজন বৃদ্ধি না হওয়া পর্যন্ত চালিত হয়; প্রথমে বেনজাইল ক্লোরাইড, পরে বেনজ্যাল ক্লোরাইড গঠিত হয়। জলীয় কস্টিক সোডা দ্বারা অতিরিক্ত ক্লোরিন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড অপসারিত করিয়া আংশিক পাতনে বেনজ্যাল ক্লোরাইড মিলে।



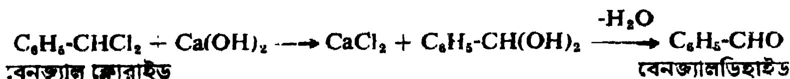
$$\underset{\text{টলুইন}}{C_6H_5\text{-}CH_3} \xrightarrow[\text{-HCl}]{Cl_2} \underset{\text{বেনজাইল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CH_2Cl} \xrightarrow[\text{-HCl}]{Cl_2} \underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2}$$

পরীক্ষাগারে বেনজ্যালডিহাইড ও ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ঈষৎ গরম করিয়া বেনজ্যাল ক্লোরাইড তৈয়ার হয় (ইহা অ্যাসিট্যালডিহাইড হইতে ইথিলিডিন ক্লোরাইডের, $CH_3\text{-}CHCl_2$, প্রস্তুতির মত)।



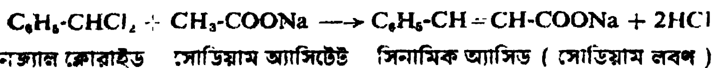
$$\underset{\text{বেনজ্যালডিহাইড}}{C_6H_5\text{-}CHO} + PCl_5 \longrightarrow \underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2} + POCl_3$$

ধর্ম: বেনজ্যাল ক্লোরাইড বর্ণহীন ভারী তরল (স্ফুটনাংক 206°; আঃ গুঃ 1.295); গন্ধ অতিশয় ঝাঁঝালো এবং অশ্রুবর্ষী। ফুটন্ত জলীয় ক্ষার (কলিচুন বা কস্টিক সোডা) ইহাকে বেনজ্যালডিহাইডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



$$\underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2} + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + C_6H_5\text{-}CH(OH)_2 \xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{বেনজ্যালডিহাইড}}{C_6H_5\text{-}CHO}$$

150°-180°-তে বেনজ্যাল ক্লোরাইড ও অতিরিক্ত সোডিয়াম অ্যাসিটেট চাপ-পিষ্ট অবস্থায় উত্তপ্ত করিয়া শিল্পে সিনামিক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।

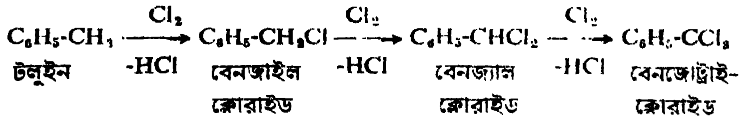


$$\underset{\text{বেনজ্যাল ক্লোরাইড}}{C_6H_5\text{-}CHCl_2} + \underset{\text{সোডিয়াম অ্যাসিটেট}}{CH_3\text{-}COONa} \longrightarrow \underset{\text{সিনামিক অ্যাসিড (সোডিয়াম লবণ)}}{C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COONa} + 2HCl$$

বেনজ্যাল ক্লোরাইডের বেনজিন বলয়ে ক্লোরিন পরমাণু অথবা নাইট্রো গ্রুপ ঢুকিয়া অঃ ও প্যাঃ যৌগ গঠন করে। কিন্তু গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বেনজ্যাল ক্লোরাইডকে সালফোনিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করিয়া ক্ষান্ত হয় না, পার্শ্ব-শৃংখলকে, $-CHCl_2$, আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া অ্যালডিহাইড গ্রুপে, $-CHO$, পরিণত করে। ফলে অঃ ও প্যাঃ বেনজ্যালডিহাইডসালফোনিক অ্যাসিড, $OHC\text{-}C_6H_4\text{-}SO_3H$, উৎপন্ন হয়।

বেনজোট্রাইক্লোরাইড, ফিনাইল ক্লোরোফরম, $C_6H_5\text{-}CCl_3$, আলোকে ফুটন্ত টলুইন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ার সর্বশেষ ফল। যতক্ষণ ওজন বাড়িতে থাকে, ততক্ষণ ক্লোরিন

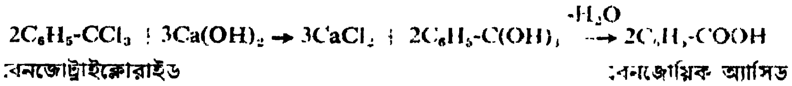
গ্যাস প্রবাহিত করা হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব মাঝে মাঝে মাপিয়া ইহা জানা যায়। ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড (2%) এই বিক্রিয়া ত্বরান্বিত করে। জলীয় কস্টিক সোডা দ্বারা অতিরিক্ত ক্লোরিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অপসারণের পর পাতন করিলে বিশুদ্ধ বেনজোট্রাইক্লোরাইড পাওয়া যায়।



$$C_6H_5\text{-}CH_3 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} C_6H_5\text{-}CH_2Cl \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} C_6H_5\text{-}CHCl_2 \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} C_6H_5\text{-}CCl_3$$

টলুইন — বেনজাইল ক্লোরাইড — বেনজ্যাল ক্লোরাইড — বেনজোট্রাই-ক্লোরাইড

ধর্ম: বর্ণ, গন্ধ ও আকারে বেনজোট্রাইক্লোরাইড বেনজাইল ও বেনজ্যাল ক্লোরাইডের মত (স্ফুটনাংক 221°, আঃ গুঃ 1.380)। ফুটন্ত কলিচুন অথবা চাপ প্রযুক্ত জলীয় জিংক ক্লোরাইড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া শিল্পে ইহা হইতে বেনজোয়িক অ্যাসিড তৈয়ার হয়।

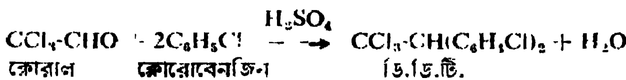


$$2C_6H_5\text{-}CCl_3 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 3CaCl_2 + 2C_6H_5\text{-}C(OH)_3 \xrightarrow{-H_2O} 2C_6H_5\text{-}COOH$$

বেনজোট্রাইক্লোরাইড — বেনজোয়িক অ্যাসিড

বেনজোট্রাইক্লোরাইডের বেনজিন বলয়ে ক্লোরিন ও নাইট্রো গ্রুপ বিক্রিয়া অনুরূপ অঃ ও প্যাঃ যৌগ গঠন করে। কিন্তু সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ, $-SO_3H$, পার্শ্ব-শৃংখলকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া অ্যালডিহাইড গ্রুপে পরিণত করে (বেনজ্যাল ক্লোরাইড, পৃঃ ৩৫৪)।

প্যাঃ, প্যাঃ **ডাইক্লোরো-ডাইফিনাইল-ট্রাইক্লোরোইথেন,** ডি. ডি. টি., $CCl_3\text{-}CH(C_6H_4Cl)_2$. অতি শক্তিশালী কীট-নাশক; সাদা, স্ফটিকাকার (গলনাংক 109°), প্রায় গন্ধহীন। ইহা অনুদ্বায়ী; যে কোন জিনিষের সহিত দৃঢ় ভাবে লাগিয়া থাকার প্রবণতা ইহার অসাধারণ। মশা ও উকুন-জাতীয় কীট (ইহারা ম্যালেরিয়া ও টাইফাস জ্বরের জীবাণু বহন করে) নষ্ট করিতে ডি.ডি.টি. অদ্বিতীয়। ইহা কেরোসিনে দ্রবণীয়, জলে অদ্রবণীয়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের (98-100%) উপস্থিতিতে 30° তাপাংকে ক্লোরাল ও অতিরিক্ত ক্লোরোবেনজিন হইতে ইহা তৈয়ার হয়।



$$CCl_3\text{-}CHO + 2C_6H_5Cl \xrightarrow{H_2SO_4} CCl_3\text{-}CH(C_6H_4Cl)_2 + H_2O$$

ক্লোরাল — ক্লোরোবেনজিন — ডি.ডি.টি.

অ্যারোমেটিক হ্যালোজেন-যৌগ

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
ক্লোরোবেনজিন	C_6H_5Cl	-45	132	1.111
ব্রোমো ,,	C_6H_5Br	-30	156	1.494
আইয়োডো ,,	C_6H_5I	-31	188	1.832
অঃ ডাইক্লোরোবেনজিন	$Cl\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$	-17	179	1.297

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
মেঃ ডাইক্লোরোবেনজিন	$Cl\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$	26	172	1.280
প্যাঃ „ „	„	53	174	1.249
অঃ ক্লোরোটলুইন	$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$	-36	158	1.073
মেঃ „ „	„	-48	162	1.072
প্যাঃ „ „	„	8	162	1.070
বেনজাইল ক্লোরাইড	$C_6H_5CH_2Cl$	-41	179	1.104
বেনজ্যাল „	$C_6H_5CHCl_2$	-16	206	1.295
বেনজোট্রাই „	$C_6H_5CCl_3$	-5	221	1.380

প্রশ্নমালা

১। ক্লোরিনের সহিত টলুইনের বিক্রিয়ায় কি কি যৌগ উৎপন্ন হয়? ইহাদের বাণিজ্যিক গুরুত্ব কি?

২। (i) ক্লোরোবেনজিন ও মিথাইল ক্লোরাইডের এবং (ii) বেনজাইল ক্লোরাইড ও ইথাইল ক্লোরাইডের প্রস্তুত প্রণালী এবং ধর্মের সাদৃশ্য ও পার্থক্য আলোচনা কর।

৩। ক্লোরোবেনজিন, বেনজাইল ক্লোরাইড ও অরথো-ক্লোরোটলুইন কোন রাসায়নিক পরীক্ষা দ্বারা চিহ্নিত করিবে?

৪। (i) ক্লোরোবেনজিন, (ii) বেনজাইল ক্লোরাইড, (iii) বেনজ্যাল ক্লোরাইড ও (iv) বেনজোট্রাইক্লোরাইডের সহিত কস্টিক সোডার বিক্রিয়া সমীকরণসহ লিখ।

৫। বেনজিন হইতে কি উপায়ে (i) আইয়োডোবেনজিন, (ii) প্যারা-ক্লোরোটলুইন, (iii) ফিনাইল সায়ানাইড ও (iv) ডাইফিনাইল প্রস্তুত করিবে?

৬। একাধিক যৌগের আণবিক সংকেত C_7H_7Cl। ইহাদের নাম লিখ। ইহাদিগকে শনাক্ত করিবার উপায় বর্ণনা কর।

৭। A চিহ্নিত যৌগের $C = 66.4\%$, $H = 5.5\%$ এবং $Cl = 28.1\%$. ফুটন্ত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে অনেক ক্ষণে B চিহ্নিত যৌগে রূপান্তরিত করে, যাহার $C = 53.7\%$, $H = 3.2\%$ এবং $Cl = 22.7\%$ A এবং B-এর নাম লিখ।

৮। $C_9H_{10}Br_2$ আণবিক সংকেতের যৌগ গরম কস্টিক সোডার সহিত বিক্রিয়ায় $C_9H_{11}OBr$ গঠন করে যাহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড একটি অ্যালকিনে নিরুদিত করে। ইহার ওজোনাইড আর্দ্র-বিশ্লেষে CH_3CHO উৎপাদন করে। $C_9H_{11}OBr$ ও কস্টিক সোডার সহিত কোন বিক্রিয়া ঘটে না। মূল যৌগের আণবিক গঠন কি?

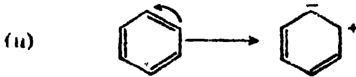
অষ্টাদশ অধ্যায়

অ্যারোমেটিক নাইট্রো-, অ্যামিনো- ও ডায়াজো-যৌগ

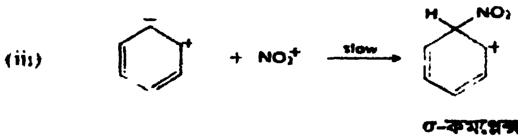
অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগ: বেনজিন বলয়ের হাইড্রোজেন পরমাণু নাইট্রো গ্রুপ, $-NO_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে, অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগ গঠিত হয়। কার্যতঃ মাত্র তিনটি নাইট্রো গ্রুপ ঢুকানো সম্ভব। বেনজিন হইতে সরাসরি নাইট্রোবেনজিন, $C_6H_5NO_2$, মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2$, এবং 1,3,5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন, $C_6H_3(NO_2)_3$, প্রস্তুত করা যায়। সাধারণতঃ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা নাইট্রেশন করা হয়। সালফিউরিক অ্যাসিড নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে নাইট্রোনিয়াম আয়ন, NO_2^+, গঠন করে এবং উৎপন্ন জল বিশোষণ দ্বারা নাইট্রিক অ্যাসিডের বিয়োজন (dissociation) হ্রাস করে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণে নাইট্রোনিয়াম আয়নের অস্তিত্ব প্রমাণিত হইয়াছে। বেনজিন ও নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে অতি সামান্য নাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়ার গতিপথ এই রকম:



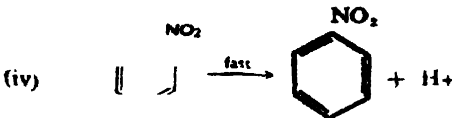
(i) $HNO_3 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons NO_2^+ + H_3O^+ + 2HSO$



(ii)



(iii)



(iv)



(v) $H^+ + HSO_4^- \longrightarrow H_2SO_4$

সংক্ষেপে:



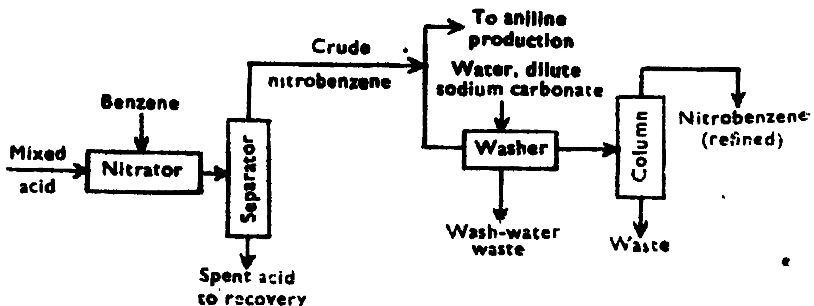
$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

অ্যালকেনকে এই ভাবে সরাসরি নাইট্রোঅ্যালকেনে রূপান্তরিত করা কঠিন। ক্লোরো-বেনজিন, C_6H_5Cl, এবং সিলভার নাইট্রাইট, $AgNO_2$, হইতে নাইট্রোবেনজিন, $C_6H_5NO_2$, মিলে না; কিন্তু অ্যালকোহলীয় ইথাইল আইয়োডাইড ও সিলভার নাইট্রাইট গরম করিলে নাইট্রোইথেন, $C_2H_5NO_2$, পাওয়া যায়। শিল্প ও বাণিজ্যে বহু রঞ্জন-দ্রব্য, বিস্ফোরক, ঔষধ প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগের

প্রয়োজন। নাইট্রোবেনজিন, $C_6H_5NO_2$, সরলতম গঠনের; উৎপাদনের পরিমাণ ও প্রয়োগে ইহা অদ্বিতীয়।

নাইট্রোবেনজিন, $C_6H_5NO_2$: কাঁচ কুপীতে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (40 cc; আঃ গুঃ 1.84) লইয়া তাহাতে ধীরে ধীরে গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড (35 cc; আঃ গুঃ 1.41) মিশাও। কুপী গরম হইলে জলে ঠাণ্ডা কর। শীতল মিশ্রণে অতি ধীরে বেনজিন (30 cc) মিশানোর সময়েও কুপী মাঝে মাঝে জলে ঠাণ্ডা করিয়া তরলের তাপাংক 55°-এর কাছাকাছি রাখ। উচ্চতর তাপাংকে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন গঠিত হয়। কুপী জল-গাহে 60°-তে 15 মিনিট গরম কর। শীতল জলে (500 cc) তরল মিশ্রণ ঢালিলে নাইট্রোবেনজিন নিচের স্তরে পাইবে। ইহা বিয়োজী ফানেলে লইয়া যথাক্রমে জল, লঘু কস্টিক সোডা ও পুনরায় জল দিয়া ধুইয়া নাইট্রোবেনজিন অ্যাসিড-মুক্ত কর। অবশেষে অনার্দ্র ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া পাতন করিলে 207°-211° তাপাংকে প্রায় বিশুদ্ধ নাইট্রোবেনজিন পাইবে। কুপীর তরল নিঃশেষে পাতিত কবা বিপদজনক; অতি সামান্য ডাই- বা ট্রাই-নাইট্রোবেনজিন থাকিলেও প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটিতে পারে।

শিল্পে ঢালাই লোহা অথবা মরিচা-নিরোধক (stainless) ইস্পাত পাত্রে নাইট্রেশন করা হয়। তাপ (50°-55°) নিয়ন্ত্রণের জন্য শীতল-জলবাহী নল তরলে ডুবানো থাকে। নাড়িবার যন্ত্র দ্বারা অ্যাসিড ও বেনজিন উত্তমরূপে মিশানো হয়। অবশেষে মিশ্রণে স্টীম চালিত করিয়া তাপাংক 90°-তে রাখা হয়। সাধারণতঃ 60 ভাগ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত 32 ভাগ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড এবং 1 ভাগ বেনজিনের জন্য 2.5 ভাগ অ্যাসিড-মিশ্রণ দরকার হয়। শিল্পে অশোধিত নাইট্রোবেনজিন উপরের স্তর হইতে অপসারিত করিয়া সরাসরি অ্যানিলিনে বিজারিত করা হয়। জল ও লঘু সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ দ্বারা ধুইয়া তরল পাতন করিলে বিশুদ্ধ নাইট্রোবেনজিন পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 95-98%; সময় দরকার হয় 2-4 ঘণ্টা।

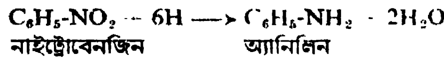


২৯নং চিত্র। নাইট্রোবেনজিন প্রস্তুতি, শিল্পে।

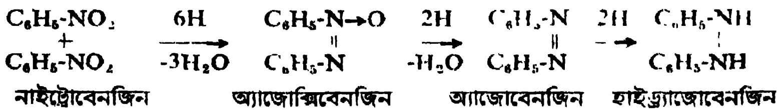
ধর্ম: নাইট্রোবেনজিন হালকা হলুদ বর্ণের তৈলাকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 221°; আঃ গুঃ 1.204); গন্ধ তিক্ত বাদামের নির্যাসের মত (বাণিজ্যিক নাম মিরবেন এসেন্স)। ইহা জলে অদ্রবণীয়; অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে সকল অনুপাতে দ্রবণীয়। ইহা স্টীমে উদ্বায়ী এবং বিষাক্ত; ত্বকের ভিতর দিয়া ঢুকিয়া লোহিত রক্ত কণিকা ধ্বংস করে।

বিক্রিয়া: নাইট্রোবেনজিনের নাইট্রো গ্রুপ বেনজিন বলয় হইতে বিচ্ছিন্ন করা কঠিন। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডাও ইহাকে হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না। ইলেকট্রন-আকর্ষী নাইট্রো গ্রুপ গোটা বেনজিন বলয়কে আংশিক নিষ্ক্রিয় করে; তাই অন্য গ্রুপের বলয়ে প্রবেশ বেনজিনের তুলনায় মন্থর। তীব্র অ্যাসিড এবং প্রবল ক্ষারকের আক্রমণ নাইট্রোবেনজিন প্রতিহত করে। পক্ষান্তরে ইহাকে বিজারিত করা অপেক্ষাকৃত সহজ।

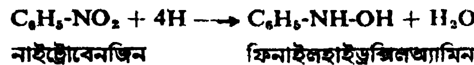
বিজারণ: (১) **অম্লীয় দ্রবণে:** টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে জায়মান হাইড্রোজেন অথবা স্ট্যানাস ক্লোরাইড ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড নাইট্রোবেনজিনকে সরাসরি অ্যানিলিনে বিজারিত করে।



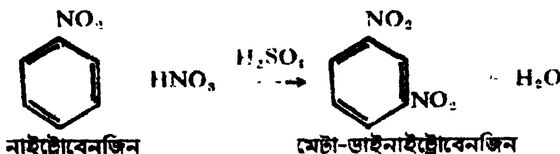
(২) **ক্ষারীয় দ্রবণে:** জিংক কণা ও ফুটন্ত কস্টিক সোডা অথবা স্ট্যানাস ক্লোরাইড ও কস্টিক সোডা হইতে জায়মান হাইড্রোজেন নাইট্রোবেনজিনকে তিন ধাপে হাইড্র্যাজো-বেনজিনে বিজারিত করে।



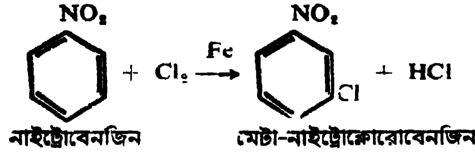
(৩) **প্রশমিত দ্রবণে:** জিংক কণা ও জলীয় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড অথবা অ্যালুমিনিয়াম-মারকারি কাপল সামান্য উত্তাপে নাইট্রোবেমজিনকে প্রধানতঃ ফিনাইল-হাইড্রক্সিলঅ্যামিনে বিজারিত করে।



বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া: (১) **নাইট্রেশন:** ফুটন্ত জল-গাহে নাইট্রোবেনজিন, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন গঠন করে। সঙ্গে সামান্য অঃ ও প্যাঃ ডাইনাইট্রোবেনজিন উৎপন্ন হয়।

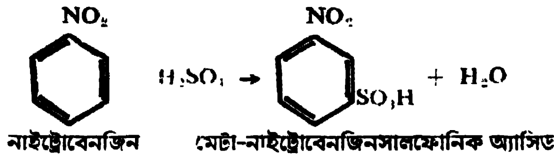


(২) ক্লোরিনেশন : লৌহ কণার উপস্থিতিতে নাইট্রোবেনজিনে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে মেটা-নাইট্রোক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়। ক্লোরোবেনজিনের সরাসরি নাইট্রেশনে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিন পাওয়া যায়।



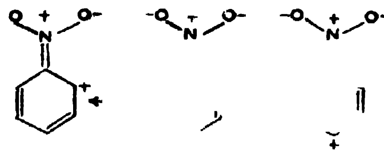
নাইট্রোবেনজিন মেটা-নাইট্রোক্লোরোবেনজিন

(৩) সালফোনেশন : নাইট্রোবেনজিন ও ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড 115° তাপাংকে মেটা-নাইট্রোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড উৎপাদন করে।



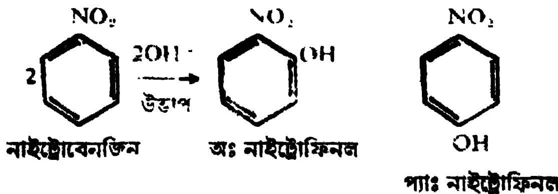
নাইট্রোবেনজিন মেটা-নাইট্রোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড

(৪) ফিনল গঠন : প্রবল উত্তাপে নাইট্রোবেনজিন ও পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড চূর্ণ অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনল গঠন করে। নাইট্রো গ্রুপ বেনজিন বলয় হইতে ইলেকট্রন টানিয়া লয়; বলয়ে ইলেকট্রনের ঘনত্ব হ্রাস পায়। ইহাতে নিউক্লিয়াস-কামী হাইড্রক্সিল গ্রুপের, OH^-, বলয়ে প্রবেশ সম্ভব হয়।



নাইট্রোবেনজিনের সংস্পন্দনশীল গঠন।

অঃ ও প্যাঃ অবস্থানে পজিটিভ চার্জের ঘনত্ব অধিক, তাই অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনল গঠিত হয়।

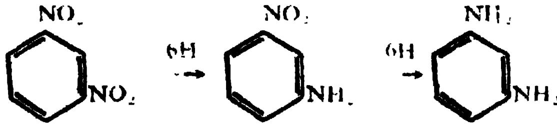


নাইট্রোবেনজিন অঃ নাইট্রোফিনল প্যাঃ নাইট্রোফিনল

ব্যবহার : নাইট্রোবেনজিন প্রধানতঃ রঞ্জন-দ্রব্যের জন্য অ্যানিলিন এবং ট্রাইনাইট্রো-বেনজিন বা T.N.B.(বিস্ফোরক) তৈয়ারীতে লাগে। শস্তা সাবান, জুতার কালি প্রভৃতি সুগন্ধি করিতে এবং রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে মৃদু জারক হিসাবেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2$: নাইট্রোবেনজিন (12 cc), গাঢ় সাল-

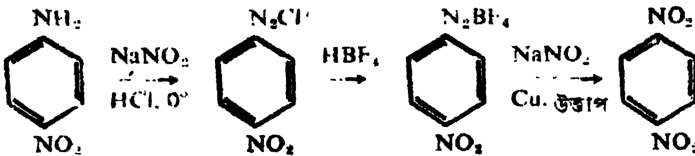
ফিউরিক অ্যাসিড (20 cc) ও ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিডের (15 cc) মিশ্রণ ফুটন্ত জল-গাহে আধ ঘন্টা রাখিয়া পরীক্ষাগারে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন তৈয়ার হয়। সঙ্গে প্রায় 7% অঃ ও প্যাঃ ডাইনাইট্রোবেনজিনও গঠিত হয়। ঈষৎ উষ্ণ মিশ্রণ শীতল জলে (400 cc) ঢালিলে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন কঠিন আকারে দেখা দেয়। পরিস্রুত করিয়া অ্যাসিড-মুক্ত কঠিনকে ইথানল হইতে কেলাসিত করিলে বিশুদ্ধ স্ফটিক মিলে। অঃ ও প্যাঃ যৌগ অ্যালকোহলীয় দ্রবণে থাকে। মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনের হালকা হলুদ স্ফটিক সূচের মত (গলনাংক 90°); জলে অদ্রবণীয়, ইথার ও গরম অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। ইহা স্টীমে উদ্বায়ী ও বিষাক্ত। প্রশম বিজারক (যথা ফুটন্ত অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়াম সালফাইড) মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিনকে যথাক্রমে মেটা-নাইট্রোঅ্যানিলিনে ও মেটা-ফিনিলিনডাইঅ্যামিনে বিজারিত করে। আম্লিক বিজারক (যথা টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) ইহাকে সরাসরি মেটা-ফিনিলিনডাইঅ্যামিনে পরিণত করে। ক্ষারীয় পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইড ইহাকে প্রধানতঃ 2,4-ডাইনাইট্রোফিনলে, $HO\text{-}C_6H_3(NO_2)_2$, জারিত করে।



মেঃ ডাইনাইট্রোবেনজিন মেঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন মেঃ ফিনিলিনডাইঅ্যামিন

ব্যবহার: ট্রাইনাইট্রোবেনজিন, (T.N.B. উগ্র বিস্ফোরক) এবং রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন লাগে। T.N.T. বা ট্রাইনাইট্রোটলুইনের গলনাংক হ্রাস করিতে ইহা মিশানো হয়।

অঃ ও প্যাঃ ডাইনাইট্রোবেনজিন অঃ বা প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন হইতে পরোক্ষ ভাবে প্রস্তুত হয়।



প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন ডায়াজোনিয়াম-ক্লোরাইড ডায়াজোনিয়াম ফ্লোরোবোরেট প্যাঃ ডাইনাইট্রো-বেনজিন

অঃ ও প্যাঃ ডাইনাইট্রোবেনজিন বর্ণহীন, স্ফটিকাকার (গলনাংক যথাক্রমে 118° ও 173°). ফুটন্ত কস্টিক সোডা ইহাদিগকে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনলে রূপান্তরিত করে এবং অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিনে পরিণত করে (মেঃ ডাইনাইট্রোবেনজিনের সহিত গড়মিল)। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডায় মেটা-যৌগ অবিকৃত থাকে; অতএব অঃ ও প্যাঃ হইতে ইহাকে পৃথক করা চলে।

নাইট্রোটলুইন, CH_3-C_6H_4-NO_2, অঃ ও প্যাঃ, সরাসরি টলুইন হইতে পাওয়া যায় কিন্তু মেঃ যৌগ পরোক্ষ উপায়ে প্রস্তুত হয়। ইলেকট্রন-বিকর্ষী মিথাইল গ্রুপ বেনজিন বলয়ের ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে ; ফলে ইহা অধিকতর সক্রিয়। একই অবস্থায় টলুইনের নাইট্রেশন বেনজিন অপেক্ষা 24 গুণ দ্রুততর; মৃদুতর পরিবেশে এই বিক্রিয়া ঘটে। 0° তাপাংকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড, গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড এবং টলুইন হইতে 62% অঃ নাইট্রোটলুইন ও 34% প্যাঃ নাইট্রোটলুইন (এবং 4% মেঃ-যৌগ) উৎপন্ন হয়। বায়ুশূন্য পাত্র হইতে পাতন করিয়া ইহাদিগকে পৃথক করা যায়। প্যাঃ নাইট্রোটলুইন (গলনাংক 52°) আংশিক কেলাসনেও অঃ (গলনাংক 4°) এবং মেঃ যৌগ (গলনাংক 16°) হইতে মুক্ত করা চলে।

$$2\,C_6H_5CH_3\ (\text{টলুইন}) + 2HNO_3 \xrightarrow[25^\circ]{H_2SO_4} o\text{-}CH_3C_6H_4NO_2\ (\text{অঃ নাইট্রোটলুইন}) + p\text{-}CH_3C_6H_4NO_2\ (\text{প্যাঃ নাইট্রোটলুইন}) + 2H_2O$$

মেঃ নাইট্রোটলুইন প্যাঃ টলুইডিন হইতে তৈয়ার হয়; ইহার অ্যামিনো গ্রুপ অ্যাসিটিলেশন দ্বারা সংরক্ষিত করিয়া নাইট্রেশন করিলে যে যৌগ পাওয়া যায় তাহার আর্দ্র-বিশ্লেষ, ডায়াজোটিজেশন ও আম্লিক বিজারণে মেঃ নাইট্রোটলুইন উৎপন্ন হয়। অনেকগুলি ধাপ সত্ত্বেও উৎপাদনের পরিমাণ 72%.

$$\underset{\text{প্যাঃ টলুইডিন}}{CH_3C_6H_4NH_2} \xrightarrow[-HCl]{CH_3COCl} \underset{\text{প্যাঃ অ্যাসিট্যামিডো-টলুইন}}{CH_3C_6H_4NH\text{-}OC\text{-}CH_3} \xrightarrow[H_2SO_4]{HNO_3} \underset{\text{4-অ্যাসিট্যামিডো-3-নাইট্রোটলুইন}}{CH_3C_6H_3(NO_2)NH\text{-}OC\text{-}CH_3} \xrightarrow[OH^-]{H_2O} \underset{\text{4-অ্যামিনো-3-নাইট্রোটলুইন}}{CH_3C_6H_3(NO_2)NH_2}$$

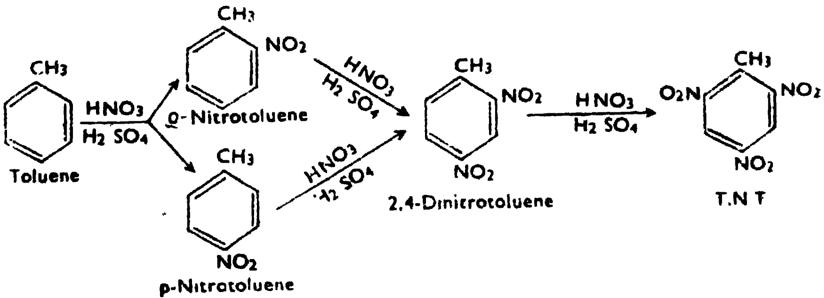
$$\xrightarrow[HCl,\ 0^\circ]{NaNO_2} \underset{\text{ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড}}{CH_3C_6H_3(NO_2)N_2Cl} \xrightarrow[(\text{ফুটন্ত})]{H_3PO_2,\ C_2H_5OH} \underset{\text{মেঃ নাইট্রোটলুইন}}{CH_3C_6H_4NO_2}$$

অঃ নাইট্রোটলুইন, CH_3-C_6H_4-NO_2, হলুদ তরল (স্ফুটনাংক 222°), অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়, জলে অদ্রবণীয় এবং স্টীমে উদ্বায়ী। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক পটাশ ইহাকে অঃ অ্যামিনো-বেনজোয়িক অ্যাসিডে, H_2N-C_6H_4-COOH, জারিত করে (আভ্যন্তরীণ জারণ ও বিজারণ এক সঙ্গে ঘটে)।

মেঃ নাইট্রোটলুইন, হলুদ তরল (স্ফুটনাংক 232°), অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়, জলে অদ্রবণীয়। ইহা রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে (বিজারিত অবস্থায় মেঃ টলুইডিন, CH_3-C_6H_4-NH_2, রূপে) ব্যবহৃত হয়।

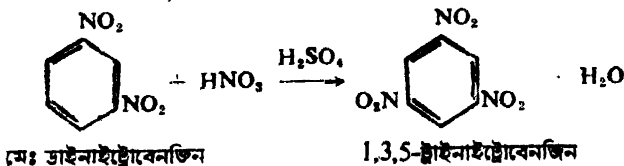
প্যাঃ নাইট্রোটলুইন বর্ণহীন স্ফটিকাকার (গলনাংক 52°); বেনজিন, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয় এবং জলে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহার প্রধান প্রয়োগ রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে প্যাঃ টলুইডিন হিসাবে।

2,4,6-ট্রাইনাইট্রোটলুইন, টি. এন. টি. বা ট্রটাইল, CH_3-$C_6H_2(NO_2)_3$, তৈয়ার হয় টলুইন হইতে তিন ধাপে। 38°-57° তাপাংকে অঃ এবং প্যাঃ নাইট্রোটলুইন মিলে; 77°-85°-তে উভয় হইতে 2,4-ডাইনাইট্রোটলুইন গঠিত হয় এবং 85°-110° তাপাংকে, ইহা টি. এন. টি.-তে পরিণত হয়। জল ও লঘু কস্টিক সোডা দিয়া ধুইয়া অ্যালকোহল হইতে কেলাসন করিলে বিশুদ্ধ টি. এন. টি. পাওয়া যায়।



ইহার হালকা হলুদ স্ফটিক (গলনাংক 80°) অ্যাসিটোনে দ্রবণীয় কিন্তু ইথার ও অ্যালকোহলে সামান্য দ্রবণীয়। ইহা প্রচণ্ড বিস্ফোরক। অ্যামোনাল টি. এন. টি., অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেটের মিশ্রণ।

1,3,5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন, T.N.B., $C_6H_3(NO_2)_3$: মেটা-ডাইনাইট্রোবেনজিন, ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড ও ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড 5-6 দিন একটানা 110°-তে রাখিয়া পরীক্ষাগারে T.N.B. তৈয়ার হয়। কিন্তু কারখানায় 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোটলুইনকে ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা ট্রাইনাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত এবং তাহাকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডসহ গরম করিয়া টি. এন. বি. প্রস্তুত হয়।



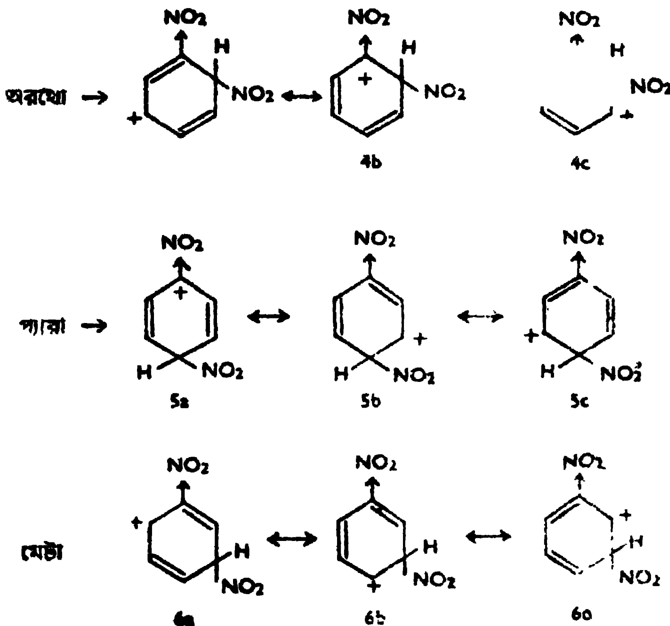


ট্রাইনাইট্রোবেনজিনের স্ফটিক (গলনাংক 122°) বরফের মত সাদা, দেখিতে সূচের মত। ক্ষারীয় দ্রবণে গাঢ় হলুদ দেখায়; মৃদু অম্লের টাইট্রেশনে ইহা নির্দেশকের কাজ করে। T.N.B. T.N.T. হইতেও উগ্রতর বিস্ফোরক; কিন্তু ইহার ব্যবহার সীমিত কারণ উৎপাদন পদ্ধতি জটিল।

অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগের সাধারণ ধর্ম: মনো-নাইট্রো-যৌগ হয় হালকা হলুদ নয় বর্ণহীন; সাধারণ তাপাংকে ইহাদের অধিকাংশ স্ফটিকাকার কঠিন; জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ইত্যাদি জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়। মূল হাইড্রোকার্বন অপেক্ষা ইহাদের স্ফুটনাংক যথেষ্ট উচ্চতর; বেনজিনের স্ফুটনাংক 80·4° কিন্তু নাইট্রোবেনজিনের 211°, ইহার কারণ নাইট্রোবেনজিন পোলার (ডাইপোল মোমেন্ট 4·24 D); ইহার এক অণুর পজিটিভ প্রান্ত অপর অণুর নিগেটিভ প্রান্তের স্বাভাবিক আকর্ষণে মিলিত হইয়া বৃহত্তর অণু গঠন করে। ইহাদিগকে বিচ্ছিন্ন করিতে অধিক শক্তির প্রয়োজন। বেনজিন প্রশম, ইহার ডাইপোল মোমেন্ট শূন্য, 0. একাধিক নাইট্রো গ্রুপ-বিশিষ্ট যৌগ কঠিনাকার; উত্তাপে কিংবা আঘাতে ইহারা বিস্ফোরণ ঘটায়। নাইট্রো-যৌগের অধিকাংশ তীব্র গন্ধযুক্ত; নাইট্রোবেনজিন শস্তা সুগন্ধি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগের নাইট্রো-গ্রুপ-সংলগ্ন-কার্বনে কোন হাইড্রোজেন নাই; কাজেই অ্যালিফ্যাটিক প্রাইমারী বা সেকেণ্ডারী নাইট্রো-যৌগের মত ইহারা ক্ষারের সহিত লবণ গঠন করে না। কিন্তু 1,3,5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন জলীয় কস্টিক সোডায় দ্রবণীয়, দ্রবণের রং লাল (সম্ভবতঃ লবণ গঠনের জন্য)। অ্যাসিড বা ক্ষার নাইট্রো গ্রুপকে আর্দ্র-বিশ্লেষে বলয় হইতে বিচ্ছিন্ন করিতে পারে না; ইহার বন্ধন সুদৃঢ়। কোন কোন অ্যারোমেটিক নাইট্রো-যৌগ মৃদু জারকের ভূমিকা গ্রহণ করে, যেমন নাইট্রোবেনজিন। অন্য অ্যারোমেটিক যৌগের সহিত ইহারা স্ফটিকাকার যুগ্ম-যৌগ গঠন করে: অ্যানথ্রাসিন ও ট্রাইনাইট্রোবেনজিনের যৌগের গলনাংক 174°, রং লাল; অ্যানিলিন ও 1,3-ডাই-নাইট্রোবেনজিনের যৌগও লাল, গলনাংক 42°; 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোটলুইন ও ন্যাপথালিনের যৌগ বর্ণহীন, গলনাংক 98°.

বেনজিন-বলয়স্থিত প্রতিস্থাপকের স্থান-নির্দেশক প্রভাব: কোন পরমাণু বা গ্রুপ বেনজিন বলয়ের হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করিয়া কেবল দ্বিতীয় পরমাণু বা গ্রুপের বলয়ে প্রবেশ সুগম কিংবা দুর্গম করে তাই নয়, বলয়ে ইহার স্থানও নির্দেশ করে। অর্থাৎ দ্বিতীয় আগন্তুকের অবশিষ্ট পাঁচটি হাইড্রোজেনের যে কোনটির স্থলাভিষিক্ত হইবার

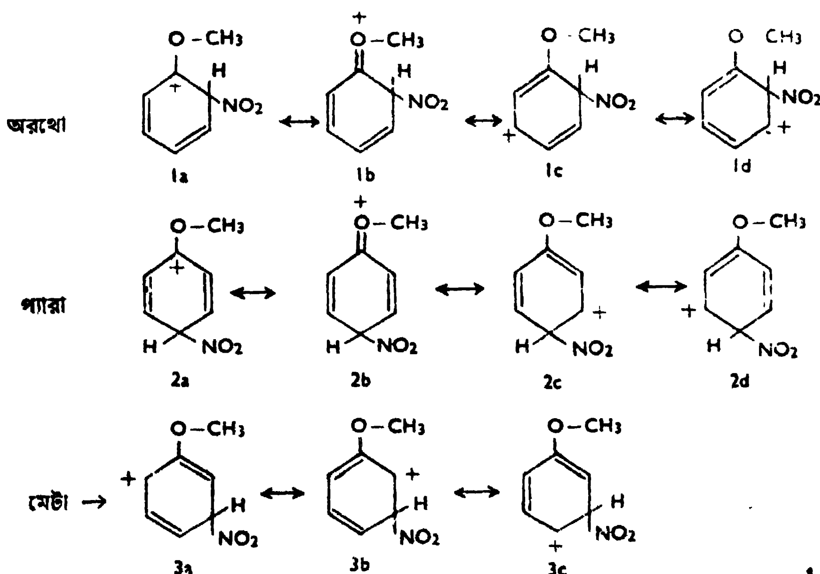
স্বাধীনতা নাই। সাধারণ তাপাংকে ক্লোরোবেনজিনের নাইট্রেশনে 31% অঃ নাইট্রোক্লোরো-বেনজিন $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2$, এবং 69% প্যাঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিন, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2$, উৎপন্ন হয়। পক্ষান্তরে লৌহ কণার উপস্থিতিতে নাইট্রোবেনজিনকে ক্লোরিনেশন করিলে 93% মেঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিন মিলে। টলুইন ও ব্রোমিন 39.7% অঃ এবং 60.3% প্যাঃ ব্রোমোটলুইন গঠন করে। সাধারণতঃ প্রথম প্রতিস্থাপক দ্বিতীয় প্রতিস্থাপককে হয় অরথো- এবং প্যারা-স্থানে ঠেলিয়া দেয়, নয় মেটা-স্থানে যাইতে বাধ্য করে। অরথো- ও প্যারা-নির্দেশক প্রতিস্থাপক হিসাবে -R (অ্যালকিল), $-C_6H_5$, -OH, $-NH_2$, -NHR, $-NR_2$ ও হ্যালোজেন বিশেষ উল্লেখযোগ্য; -COOH, $-NO_2$, -CN, $-SO_3H$ ও -CHO গ্রুপ মেটা-নির্দেশক। $-CH_3$ -OH, $-OCH_3$, $-NH_2$ প্রভৃতি বেনজিন বলয়কে কিছু সক্রিয় এবং $-NO_2$, -CHO, -COOH, $-SO_3H$ প্রভৃতি ইহাকে কিছু নিষ্ক্রিয় করে। ফলে দ্বিতীয় প্রতিস্থাপকের প্রবেশ দ্রুত কিংবা মন্থর হয়। যোজ্যতার ইলেকট্রনিক মতবাদের ভিত্তিতে ইহার ব্যাখ্যা মোটামুটি এইরূপ: ইলেকট্রন-আকর্ষী গ্রুপ, যেমন $-NO_2$, -CN, -COOH ইত্যাদি বেনজিন বলয়ে যুক্ত হইয়া বলয়ের π ইলেকট্রন নিজের দিকে টানে; ইহাতে বলয়ে ইলেকট্রনের ঘনত্ব কিছু হ্রাস পায়। দ্বিতীয় কোন গ্রুপের সহিত বেনজিন



বলয়ের বিক্রিয়ার গতি মন্থর হয়। অঃ এবং প্যাঃ অবস্থানের ইলেকট্রন ঘনত্ব মেঃ অবস্থানের তুলনায় অধিকতর হ্রাস পায়। কাজেই নবাগত গ্রুপ মেঃ অবস্থানে

দ্রুততর গতিতে প্রবেশ করে। ফলে মেঃ যৌগের প্রাধান্য ঘটে। অঃ ও প্যাঃ যৌগ অল্প উৎপন্ন হয় অথবা আদৌ হয় না। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার প্রথম ধাপে σ-কমপ্লেক্স মন্থর গতিতে গঠিত হয়। এই ধাপই বিক্রিয়ার গতিবেগ নিয়ন্ত্রিত করে। যাহা কিছু এই কমপ্লেক্সকে স্থিতিশীল করে, তাহাই বিক্রিয়ার গতি ত্বরান্বিত করে: নাইট্রোনিয়াম আয়ন, NO_2^+, দ্বারা নাইট্রোবেনজিনের নাইট্রেশনের সম্ভাব্য σ-কমপ্লেক্স-সমূহ ৩৬৫ পৃষ্ঠায় দেখান হইল।

নাইট্রোবেনজিনের C-N বন্ধনের কার্বনে বেনজিন বলয়ের ইলেকট্রন ঘাটতির ফলে প্রত্যেকটি σ-কমপ্লেক্সেই ইলেকট্রন ঘনত্ব কম। কিন্তু 4b এবং 5a-তে কার্বন ও নাইট্রোজেন ($-\overset{+}{N}(O)-O^-$) উভয়েই পজিটিভ চার্জ বহনকারী এবং সন্নিকট-বর্তী। ইহাদের স্বাভাবিক বিকর্ষণ কমপ্লেক্সকে অস্থিতিশীল করে; কাজেই সংস্পন্দন-শীল গঠনে ইহাদের অবদান অকিঞ্চিৎকর। মেঃ প্রতিস্থাপনে তিনটি σ-কমপ্লেক্স গঠন (ইহাদের স্থিতিশীলতা মোটামুটি এক রকম) সংস্পন্দনশীল সংকরে অবদান যোগায় সমভাবে, কিন্তু অঃ বা প্যাঃ প্রতিস্থাপনে ইহাদের সংখ্যা কার্যতঃ দুইটি। অতএব মেঃ অবস্থানে প্রতিস্থাপন দ্রুততর গতিতে চলে (কারণ ইহার σ-কমপ্লেক্স অধিকতর স্থিতিশীল)। কাজেই আমরা নাইট্রোবেনজিনের নাইট্রেশনে মেঃ ডাইনাইট্রোবেনজিন পাই।

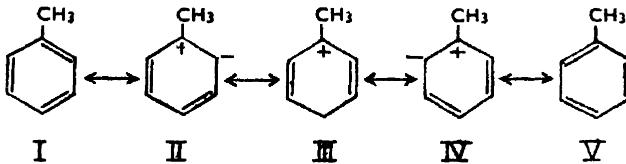


ইলেকট্রন-বিকর্ষী গ্রুপ যথা $-CH_3$, $-OCH_3$, $-NH_2$, $-OH$ প্রভৃতি বেনজিন বলয়ের ইলেকট্রন ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফলে দ্বিতীয় গ্রুপের প্রবেশ দ্রুততর ঘটে।

মেথোক্সিবেনজিনকে NO_2^+ আয়ন দ্বারা নাইট্রেশনের সম্ভবপর σ-কমপ্লেক্সের গঠন ৩৬৬ পৃষ্ঠায় দেখান হইল।

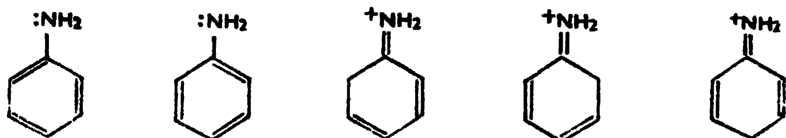
অঃ ও প্যাঃ প্রতিস্থাপনে প্রত্যেকটিতে চারটি σ-কমপ্লেক্স সম্ভব কিন্তু মেঃ প্রতিস্থাপনে তিনটি। কাজেই অঃ ও প্যাঃ প্রতিস্থাপনের σ-কমপ্লেক্স অধিকতর স্থিতিশীল (ইহাদের ক্ষেত্রে পজিটিভ চার্জ বেশী সংখ্যক পরমাণুর উপর বিস্তৃত)। অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন অঃ ও প্যাঃ প্রতিস্থাপনে (1b ও 2b) পজিটিভ চার্জকে প্রশম করে কিন্তু মেঃ প্রতিস্থাপনে তাহা সম্ভব নয়। ইহাতে ইহাদের স্থিতিশীলতা বৃদ্ধি পায়। ফলে মিথোক্সিবেনজিনের নাইট্রেশনে অঃ ও প্যাঃ যৌগ দ্রুততর গতিতে উৎপন্ন হয়। কোন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অঃ এবং প্যাঃ সমাবয়বীর অনুপাত ইহা হইতে বলা চলে না; পরীক্ষা দ্বারা তাহা নির্ণয় করিতে হয়।

ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আইয়োডিনের ক্ষেত্রে ইহার ব্যতিক্রম দেখা যায়; ইহারা ইলেকট্রন-আকর্ষী ($-NO_2$ গ্রুপের মত) কিন্তু অঃ এবং প্যাঃ নির্দেশক। ক্লোরোবেনজিনের নাইট্রেশনে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোক্লোরোবেনজিন উৎপন্ন হয়; অতি সামান্যই মেঃ যৌগ পাওয়া যায়। টলুইনের মিথাইল গ্রুপ ইলেকট্রন-বিকর্ষী কিন্তু মিথোক্সি গ্রুপের মত ইহার নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন নাই। ইহার প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার σ-কমপ্লেক্সের চিত্র নিচে দেখান হইল। অঃ ও প্যাঃ অবস্থানে অধিকতর ইলেকট্রন ঘনত্ব হেতু মিথাইল গ্রুপ অঃ এবং প্যাঃ নির্দেশক।



অ্যারোমেটিক অ্যামিন: বেনজিন বলয়ের এক বা অধিক হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যামিনো গ্রুপ, $-NH_2$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যারোমেটিক অ্যামিন পাওয়া যায়। অ্যামিনো-বেনজিন বা অ্যানিলিন, $C_6H_5-NH_2$, সরলতম গঠনের অ্যারোমেটিক অ্যামিন। ইহাতে অ্যামোনিয়ার, NH_3, একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অ্যারিল গ্রুপ (ফিনাইল, C_6H_5-) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়াছে। অ্যারোমেটিক অ্যামিনে $-NH_2$, $-NH-$ এবং $\backslash N-$ গ্রুপ থাকিলে তাহাকে যথাক্রমে প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যামিন বলে। অ্যানিলিন, $C_6H_5-NH_2$, প্রাইমারী, মিথাইলঅ্যানিলিন, $C_6H_5-NH-CH_3$, সেকেণ্ডারী এবং ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন, $C_6H_5-N(CH_3)_2$, টারশিয়ারী অ্যামিন। অ্যামিনো গ্রুপ পার্শ্ব-শৃংখলে থাকিলে (যেমন বেনজাইলঅ্যামিনে, $C_6H_5-CH_2-NH_2$), যৌগ প্রকৃতি ও বিক্রিয়ায় অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের মত হয়। অ্যালিফ্যাটিক ও অ্যারোমেটিক অ্যামিন উভয়েই ক্ষারধর্মী কিন্তু নিগেটিভ ফিনাইল গ্রুপ অ্যারোমেটিক

অ্যামিনের ক্ষারত্ব হ্রাস করে ; অ্যারোমেটিক অ্যামিন অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন হইতে মৃদুতর ক্ষার। অ্যানিলিন ($K_b = 4.6 \times 10^{-10}$) নঃ হেক্সাইলঅ্যামিনের ($K_b = 5.0 \times 10^{-4}$) তুলনায় মৃদুতর। ইহার প্রধান কারণ অ্যামোনিয়া অথবা অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনে নাইট্রোজেনের নিঃসঙ্গ জোড়া ইলেকট্রন প্রোটনের সহিত ডেটিভ বন্ধন গঠন করে কিন্তু অ্যানিলিনে (ও অন্যান্য অ্যারোমেটিক অ্যামিনে) ইহারা আংশিক ভাবে বেনজিন বলয়ের সহিত কোভ্যালেন্ট বন্ধনে আবদ্ধ। ইহাতে অ্যানিলিনের সংস্পন্দনশীল গঠনের সংখ্যা তিনটি বাড়ে এবং ফলে স্থিতিশীলতাও বৃদ্ধি পায়। কিন্তু নাইট্রোজেনে ইলেকট্রন ঘাটতির জন্য অ্যানিলিনের প্রোটন-আকর্ষণী শক্তি হ্রাস হয়। তাই ক্ষার হিসাবে ইহা অ্যামোনিয়ার ($K_b = 1.75 \times 10^{-5}$) চেয়ে মৃদুতর। অধিকন্তু প্রোটন গ্রহণের পর অ্যানিলিনিয়াম আয়ন, $C_6H_5\text{-}\overset{+}{N}H_3$, একাধিক সংস্পন্দনশীল গঠন দ্বারা স্থিতিশীলতা অর্জন করিতে পারে না কারণ নাইট্রোজেনে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনের অভাব। কাজেই এই আয়ন যথেষ্ট শক্তিসম্পন্ন অর্থাৎ অস্থিতিশীল। এই কারণেও ক্ষার হিসাবে ইহা মৃদু। ইলেকট্রন-আকর্ষী-গ্রুপ যেমন $-NO_2$, অ্যানিলিনকে আরও মৃদুতর ক্ষারে পরিণত করে, অঃ নাইট্রোঅ্যানিলিনের, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, $K_b = 1 \times 10^{-14}$; পক্ষান্তরে ইলেকট্রন-বিকর্ষী গ্রুপের প্রতিক্রিয়া বিপরীত ; ইথাইলঅ্যানিলিনের, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}C_2H_5$, $K_b = 1.3 \times 10^{-9}$.



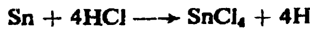
অ্যারোমেটিক ও অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের প্রস্তুত প্রণালী স্বতন্ত্র ; নাইট্রোবেনজিন সরাসরি বিজারিত করিয়া অ্যানিলিন তৈয়ার হয় এবং সাধারণতঃ অন্যান্য অ্যারোমেটিক অ্যামিনও এই ভাবে প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিন প্রধানতঃ অ্যালকোহল, অ্যামাইড ইত্যাদি হইতে তৈয়ার হয় যদিও নাইট্রোঅ্যালকেনকে, $R\text{-}NO_2$, অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনে বিজারিত করা সম্ভব।

নামকরণ : অ্যারোমেটিক অ্যামিনের নামকরণ অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের মত, যথা ফিনাইলঅ্যামিন, $C_6H_5\text{-}NH_2$, ফিনাইলমিথাইলঅ্যামিন, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}CH_3$, ডাইফিনাইলঅ্যামিন, $(C_6H_5)_2NH$, ইত্যাদি। জনপ্রিয় নাম অনেকের আছে, যেমন অ্যানিলিন, $C_6H_5\text{-}NH_2$, টলুইডিন, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, ইত্যাদি। সমাবয়বী অ্যামিন চিহ্নিত করিতে নামের আগে *N*- উল্লিখিত হয়, অব্যবহিত পরে ইহার সহিত সংযুক্ত হাইড্রোকার্বন গ্রুপের নাম থাকে, যেমন *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}CH_3$; ইহার সমাবয়বী অঃ, মেঃ বা প্যাঃ টলুইডিনে, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, মিথাইল গ্রুপ বেনজিন বলয়ে আছে। অ্যারোমেটিক অ্যামিনের বেনজিন বলয়ে

অন্য প্রতিস্থাপক থাকিলে, যৌগকে মূল অ্যামিনের যৌগ হিসাবে গণ্য করা হয়, যেমন ক্লোরোঅ্যানিলিন, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, বা নাইট্রোঅ্যানিলিন, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$. IUPAC পদ্ধতি শুধু জটিল আণবিক গঠনের অ্যামিন ও প্রতিস্থাপিত অ্যামিনের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। অ্যানিলিনকে অ্যামিনোবেনজিন কিংবা অঃ টলুইডিনকে 1-মিথাইল-2-অ্যামিনোবেনজিন কদাচিৎ বলা হইয়া থাকে।

অ্যানিলিন, অ্যামিনোবেনজিন, $C_6H_5\text{-}NH_2$, 1826 খৃস্টাব্দে নীল (সংস্কৃত নীলের স্প্যানিশ প্রতিশব্দ অ্যানিল) পাতন করিয়া প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল। আট বৎসর পর আলকাতরায় ইহার সন্ধান মিলে; পরিমাণ এত অল্প যে আহরণ করা লাভজনক নয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) নাইট্রোবেনজিন হইতে: খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে নাইট্রোবেনজিন (25 g) ও টুকরা টিন (50 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (100 cc) মিশানো হয়। বিক্রিয়া তাপ-উদ্‌গারী; কূপী জল-গাহে ঠাণ্ডা করিয়া তাপাংক 60°-র মধ্যে রাখা হয়। কূপী (কনডেনসার ছাড়া) ফুটন্ত জল-গাহে আধ ঘন্টা রাখিলে বিক্রিয়া শেষ হয়। অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ও স্ট্যানিক ক্লোরাইডের যুগ্ম-লবণ, $(C_6H_5\text{-}NH_3)_2SnCl_6$, শীতল, গাঢ় কস্টিক সোডা (75 g+100 cc জল) দ্বারা বিয়োজিত করিলে বিমুক্ত অ্যানিলিন গাঢ় বাদামী তৈলের আকারে ভাসিয়া উঠে। স্টীম পাতনে ইহা পৃথক করা হয়। পাতিত তরল দুই স্তরে বিভক্ত হয়; নিচে থাকে অ্যানিলিন, উপরে জল ও অ্যানিলিনের ইমালসন। নুন (30 g) মিশাইলে ইমালসন ভাঙ্গে। ইথার দ্বারা অ্যানিলিন নিষ্কাশন এবং কঠিন কস্টিক পটাশ দ্বারা দ্রবণ নির্জল করা হয়। গরম জল-গাহ হইতে ইথার অপসারণ করিলে অ্যানিলিন পড়িয়া থাকে। পাতনে বিশুদ্ধ অ্যানিলিন মিলে।

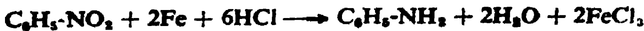


$$Sn + 4HCl \longrightarrow SnCl_4 + 4H$$



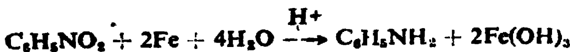
$$\underset{\text{নাইট্রোবেনজিন}}{C_6H_5\text{-}NO_2} + 6H \longrightarrow \underset{\text{অ্যানিলিন}}{C_6H_5\text{-}NH_2} + 2H_2O$$

শিল্পে 200° তাপাংকে খাড়া-কনডেনসারযুক্ত ঢালাই লোহার পাত্রে গুঁড়া লোহা, জল ও সামান্য 30% হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (হিসাবের মাত্র 1/40 অংশ) দ্বারা নাইট্রোবেনজিনকে অ্যানিলিনে বিজারিত করা হয়।



$$\underset{\text{নাইট্রোবেনজিন}}{C_6H_5\text{-}NO_2} + 2Fe + 6HCl \longrightarrow \underset{\text{অ্যানিলিন}}{C_6H_5\text{-}NH_2} + 2H_2O + 2FeCl_3$$

এই বিক্রিয়ার গতিপথ সঠিক জানা নাই; অনেকে মনে করেন অ্যাসিড (অর্থাৎ H_3O^+) নিচের বিক্রিয়া অনুঘটকরূপে ত্বরান্বিত করে।

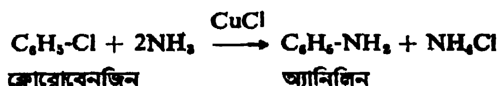


$$\underset{\text{নাইট্রোবেনজিন}}{C_6H_5NO_2} + 2Fe + 4H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{অ্যানিলিন}}{C_6H_5NH_2} + 2Fe(OH)_3$$

তরল মিশ্রণে স্টীম চালিত করিলে বিক্রিয়া শেষ হয়। সোডিয়াম কার্বনেট দ্বারা অ্যাসিড প্রশমিত করিলে অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড, $C_6H_5\text{-}NH_2.HCl$, হইতে অ্যানিলিন মুক্ত হয়। স্টীম পাতনে অ্যানিলিন উদ্ধার করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90-৭5%.

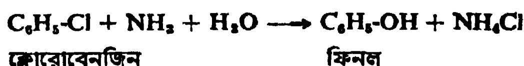
শিল্পে বাষ্পীয় নাইট্রোবেনজিন ও হাইড্রোজেন অনুঘটকের (সিলিকার উপর বিস্তৃত বিজারিত কিউপ্র্যামোনিয়াম নাইট্রেট) উপর দিয়া 350°-তে প্রবাহিত করিয়াও অ্যানিলিন তৈয়ার হয়। নাইট্রোবেনজিন ও অ্যানিলিন আংশিক পাতনে পৃথক করা চলে। উৎপাদনের পরিমাণ ৭8%. উদ্বৃত্ত হাইড্রোজেন পুনরায় ব্যবহৃত হয়।

(২) **শিল্পোৎপাদনঃ ক্লোরোবেনজিন হইতেঃ** কিউপ্রাস ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে 200°-তে 60 বায়ু চাপে হিসাবের বেশী গাঢ় অ্যামোনিয়া (28%) ও ক্লোরোবেনজিন (6 : 1) অ্যানিলিন গঠন করে। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90%. উপজাত দ্রব্য ফিনল (5%) এবং ডাইফিনাইলঅ্যামিন (1%). অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া ফিনলের উৎপাদন দমন করে।



$$C_6H_5\text{-}Cl + 2NH_3 \xrightarrow{CuCl} C_6H_5\text{-}NH_2 + NH_4Cl$$

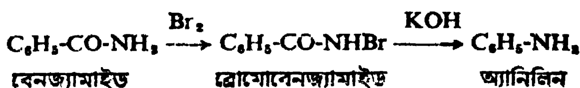
ক্লোরোবেনজিন → অ্যানিলিন



$$C_6H_5\text{-}Cl + NH_3 + H_2O \longrightarrow C_6H_5\text{-}OH + NH_4Cl$$

ক্লোরোবেনজিন → ফিনল

(৩) **বেনজ্যামাইড হইতেঃ** হফ্‌মান বিক্রিয়ায় বেনজ্যামাইড, ব্রোমিন ও কস্টিক পটাশ হইতে অ্যানিলিন গঠিত হয়।



$$C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2 \xrightarrow{Br_2} C_6H_5\text{-}CO\text{-}NHBr \xrightarrow{KOH} C_6H_5\text{-}NH_2$$

বেনজ্যামাইড → ব্রোমোবেনজ্যামাইড → অ্যানিলিন

(৪) **ফিনল হইতেঃ** জিংক ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়ার যুগ্ম-যৌগ 300°-তে ফিনলকে অ্যানিলিনে রূপান্তরিত করে। সঙ্গে কিছু ডাইফিনাইলঅ্যামিনও উৎপন্ন হয়।



$$C_6H_5OH + NH_3 \xrightarrow{ZnCl_2} C_6H_5NH_2 + H_2O$$

ফিনল → অ্যানিলিন

(৫) **বেনজিন হইতেঃ** 400°-তে 30 বায়ু চাপে অনুঘটকের উপস্থিতিতে বেনজিন ও অ্যামোনিয়া (নাইট্রোজেন-মিশ্রিত) সরাসরি অ্যানিলিনে পরিণত হয়। পদ্ধতি ৩-৫ কেতাবী।

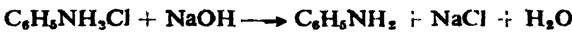


$$C_6H_6 + NH_3 \longrightarrow C_6H_5NH_2 + H_2$$

ধর্মঃ সদ্য-পাতিত অ্যানিলিন বর্ণহীন, তৈলাকার (স্ফুটনাংক 184°; আঃ গুঃ 1.022); আলো ও বায়ুর সংস্পর্শে দ্রুত হলুদ ও পরে গাঢ় বাদামী রং ধারণ করে। গন্ধ বৈশিষ্ট্যসূচক কিন্তু আঁষটে বা অ্যামোনিয়ার মত নয়। ইহা জলে অল্প দ্রবণীয়

(3.5%); অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে সকল অনুপাতে মিশে। অ্যানিলিন অতিশয় মৃদু ক্ষার; লিটমাসের রং-এর বিশেষ পরিবর্তন ঘটায় না। ইহা দীপ্ত শিখায় প্রচুর ভুসা-সহ জ্বলে। অ্যানিলিন পোলার যৌগ (ডাইপোল মোমেন্ট = 1.52 D): এক অণুর পজিটিভ প্রান্ত অন্য অণুর নিগেটিভ প্রান্তে যুক্ত হইয়া বৃহদাকার ধারণ করে। তাই ইহার স্ফুটনাংক আণবিক ওজনের তুলনায় অত্যধিক।

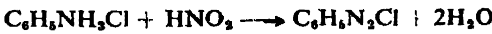
I. **অ্যামিনো-গ্রুপ-ঘটিত বিক্রিয়া: (১) লবণ গঠন:** অ্যানিলিন খনিজ অ্যাসিডের সহিত অনুযায়ী লবণ গঠন করে, যথা অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড, $C_6H_5NH_3{}^+Cl^-$, (বাণিজ্যিক নাম অ্যানিলিন লবণ), অ্যানিলিন সালফেট, $(C_6H_5NH_3)_2{}^{++}SO_4{}^{--}$, ইত্যাদি। ইহারা স্ফটিকাকার, বর্ণহীন, ইথারে অদ্রবণীয়, জলে সহজে দ্রবণীয়; জলীয় দ্রবণ আর্দ্র-বিশ্লেষের ফলে আম্লিক। অ্যানিলিনের স্ফটিকাকার, হলুদ প্ল্যাটিনিক্লোরাইড, $(C_6H_5NH_2)_2.H_2PtCl_6$, জলে অদ্রবণীয়। সাধারণ তাপাংকে তীব্র ক্ষার, যথা কস্টিক সোডা অ্যানিলিনের লবণ হইতে অ্যানিলিনকে বিমুক্ত করে।



$$C_6H_5NH_3Cl + NaOH \longrightarrow C_6H_5NH_2 + NaCl + H_2O$$

অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড — অ্যানিলিন

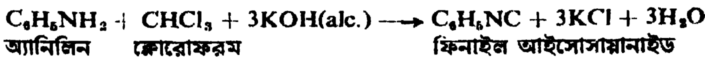
(২) **ডায়াজো বিক্রিয়া:** অ্যানিলিন লবণ, যথা অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ অনধিক 5° তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিডের (সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) সহিত মিশাইলে বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং জলীয় দ্রবণে থাকে। ক্ষারীয় β-ন্যাপথল ইহাতে যোগ করিলে উজ্জ্বল লাল রং দেখা দেয়। 5°-র ঊর্ধ্বে ডায়াজোনিয়াম লবণ ফিনলে বিয়োজিত হইতে থাকে।



$$C_6H_5NH_3Cl + HNO_2 \longrightarrow C_6H_5N_2Cl + 2H_2O$$

অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড — বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড

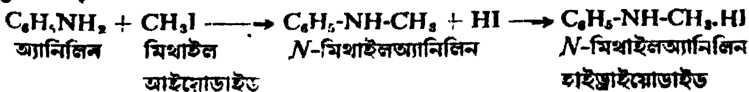
(৩) **কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়া:** অ্যানিলিন, কয়েক ফোঁটা ক্লোরোফরম এবং অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ঈষৎ গরম করিলে অসহনীয় দুর্গন্ধযুক্ত ফিনাইল আইসোসায়ানাইড বা ফিনাইল কার্বাইলঅ্যামিন গঠিত হয়।



$$C_6H_5NH_2 + CHCl_3 + 3KOH(alc.) \longrightarrow C_6H_5NC + 3KCl + 3H_2O$$

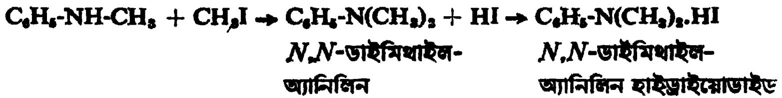
অ্যানিলিন — ক্লোরোফরম — ফিনাইল আইসোসায়ানাইড

(৪) **অ্যালকিল হ্যালাইডের সহিত:** অ্যালকিল আইয়োডাইড অ্যানিলিনের অ্যামিনো হাইড্রোজেন একটির পর একটি অ্যালকিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে; প্রথমে সেকেণ্ডারী ও পরে টারশিয়ারী অ্যামিন উৎপন্ন হয়। নির্দিষ্ট পরিমাণ অ্যালকোহলীয় মিথাইল আইয়োডাইড এবং অ্যানিলিন দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গরম করিলে, *N*-মিথাইল-অ্যানিলিন এবং *N,N*-ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন পাওয়া যায়।



$$C_6H_5NH_2 + CH_3I \longrightarrow C_6H_5\text{-}NH\text{-}CH_3 + HI \longrightarrow C_6H_5\text{-}NH\text{-}CH_3.HI$$

অ্যানিলিন — মিথাইল আইয়োডাইড — *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন — *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন হাইড্রাইয়োডাইড



$$C_6H_5\text{-}NH\text{-}CH_3 + CH_3I \rightarrow C_6H_5\text{-}N(CH_3)_2 + HI \rightarrow C_6H_5\text{-}N(CH_3)_2.HI$$

N,N-ডাইমিথাইল-অ্যানিলিন — *N,N*-ডাইমিথাইল-অ্যানিলিন হাইড্রাইয়োডাইড

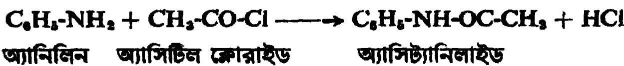
অত্যধিক মিথাইল আইয়োডাইড থাকিলে এবং বিক্রিয়া দীর্ঘস্থায়ী হইলে ফিনাইল ট্রাই-মিথাইল অ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড গঠিত হয়। ইহা অজৈব অ্যামোনিয়াম লবণের (যেমন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের) অনুরূপ; নাম কোয়াটারনারী অ্যামোনিয়াম লবণ।



$$C_6H_5N(CH_3)_2 + CH_3I \longrightarrow C_6H_5\overset{+}{N}(CH_3)_3I^-$$

ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন — ফিনাইল ট্রাইমিথাইল অ্যামোনিয়াম আইয়োডাইড

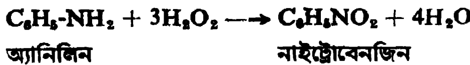
(৫) **অ্যাসিটিলেশন:** সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যানিলিনের একটি অ্যামিনো হাইড্রোজেন অ্যাসিটিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিট্যানিলাইড গঠন করে। অ্যানিলিন ও অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (1 : 1, আয়তনে) অথবা নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও অ্যানিলিন খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে আধ ঘন্টা ফুটাইলেও ইহা পাওয়া যায়। অ্যাসিট্যানিলাইড স্ফটিকাকার, গলনাংক 114°; অ্যানিলিন শনাক্ত-করণে ইহা ব্যবহৃত হয়।



$$C_6H_5\text{-}NH_2 + CH_3\text{-}CO\text{-}Cl \longrightarrow C_6H_5\text{-}NH\text{-}OC\text{-}CH_3 + HCl$$

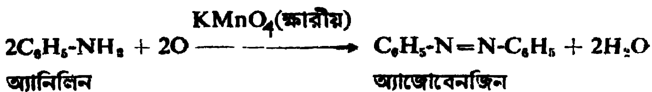
অ্যানিলিন — অ্যাসিটিল ক্লোরাইড — অ্যাসিট্যানিলাইড

(৬) **জারণ:** অ্যানিলিন অতি সহজে জারিত হয়; জারকের প্রকৃতি এবং বিক্রিয়ার অবস্থার উপর ফলাফল নির্ভর করে। যেমন



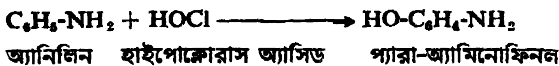
$$C_6H_5\text{-}NH_2 + 3H_2O_2 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + 4H_2O$$

অ্যানিলিন — নাইট্রোবেনজিন



$$2C_6H_5\text{-}NH_2 + 2O \xrightarrow{KMnO_4(\text{ক্ষারীয়})} C_6H_5\text{-}N{=}N\text{-}C_6H_5 + 2H_2O$$

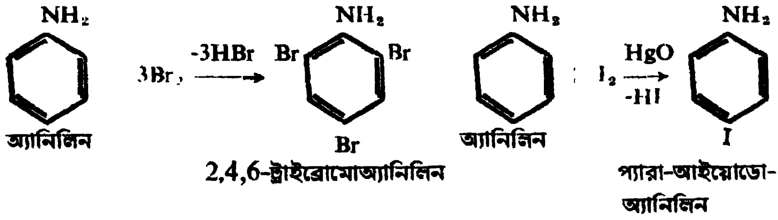
অ্যানিলিন — অ্যাজোবেনজিন



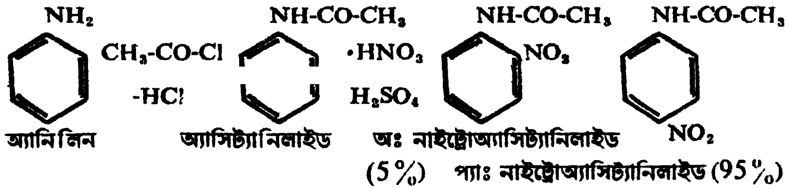
$$C_6H_5\text{-}NH_2 + HOCl \longrightarrow HO\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$$

অ্যানিলিন — হাইপোক্লোরাস অ্যাসিড — প্যারা-অ্যামিনোফিনল

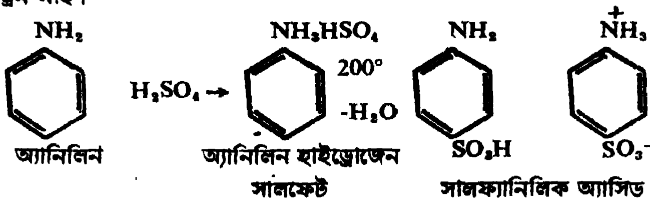
II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া:** (১) **হ্যালোজেনেশন:** ইলেকট্রন-বিকর্ষী অ্যামিনো গ্রুপ বেনজিন বলয়কে (বিশেষতঃ অ্যামিনো গ্রুপের অরথো- ও প্যারা-স্থানকে) সক্রিয় করে। ফলে এই তিন (দুইটি অঃ এবং একটি প্যাঃ) স্থানের হাইড্রোজেন সহজে প্রতি-স্থাপিত হয়। সাধারণ তাপাংকে জলীয় ক্লোরিন ও ব্রোমিন অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডকে সরাসরি এবং দ্রুত 2,4,6-ট্রাইক্লোরো- ও 2,4,6-ট্রাইব্রোমো-অ্যানিলিনে পরিণত করে। অ্যানিলিনের জারণ এড়ানোর জন্য নির্জল দ্রাবক যেমন ক্লোরোফরম ব্যবহৃত হয়। এই বিক্রিয়া মাত্রিক; অ্যানিলিনের পরিমাণ নিরূপণে ব্যবহৃত হয়। মারকিউরিক অক্সাইডের উপস্থিতিতে আইয়োডিন ও অ্যানিলিন প্যারা-আইয়োডোঅ্যানিলিন গঠন করে; উৎপন্ন হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড সঙ্গে সঙ্গে বিয়োজিত হয়।



(২) **নাইট্রেশন**: নাইট্রিক অ্যাসিড অ্যানিলিনকে জারিত করে। অ্যামিনো গ্রুপ অ্যাসিটিলেশন দ্বারা সংরক্ষিত করিয়া গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা নাইট্রেশনে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোঅ্যাসিট্যানিলাইড পাওয়া যায়। জলীয় কস্টিক সোডা ইহাদিগকে যথাক্রমে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিনে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



(৩) **সালফোনেশন**: 200°-তে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড (অতিরিক্ত) ও অ্যানিলিন চার ঘণ্টা গরম করিলে প্যারা-অ্যামিনোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড বা সালফ্যানিলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। সঙ্গে সামান্য সমাবয়বী মেটা- ও অরথো-যৌগ পাওয়া যায়। প্রথম ধাপে উৎপন্ন অ্যানিলিন হাইড্রোজেন সালফেট দ্বিতীয় ধাপে আণবিক পুনর্বিন্যাসের ফলে সালফ্যানিলিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়; এই সঙ্গে এক অণু জল বিচ্ছিন্ন হয়। ইহা নিজে-গড়া যুগ্ম-লবণ (zwitterion) আকারে থাকে; ইথারে অদ্রবণীয়, জলে দ্রবণীয়। ইহা অ্যাসিডের সহিত লবণ গঠন করে না কারণ নাইট্রোজেনে কোন নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন নাই।



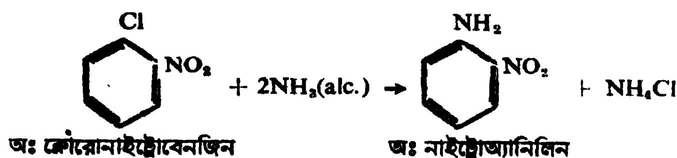
ব্যবহার: অ্যানিলিন রঞ্জন-দ্রব্য, সালফা ড্রাগ, অ্যাটক্সিল (অতি ঘুমের ঔষধ), অ্যান্টি-ফেবরিন প্রভৃতি ঔষধ, জারণ-প্রতিরোধক দ্রব্য ও রবার ভালক্যানিজেশনে অনুঘটক উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়।

শনাক্তকরণ: (i) অ্যানিলিন, ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ ঈষৎ গরম করিলে অসহনীয় দুর্গন্ধযুক্ত কার্বাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়। (ii) অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডে অনধিক 5° তাপাংকে সোডিয়াম নাইট্রাইট ও অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড যোগ

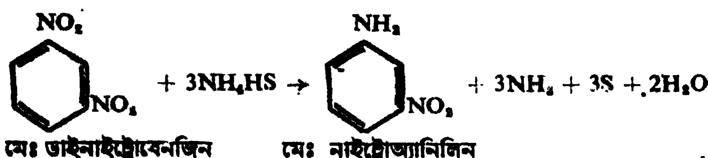
করিয়া তাহাতে কস্টিক সোডায় দ্রবীভূত β-ন্যাপথল মিশাইলে উজ্জ্বল লাল রং পাওয়া যায়। (iii) জলীয় অ্যানিলিনে ব্লিচিং পাউডারের লঘু দ্রবণ মিশাইলে ক্ষণস্থায়ী বেগুনী রং দেখা দেয়; ইহা অবিলম্বে বাদামী ও পরে অদৃশ্য হয়।

অ্যারোমেটিক প্রাইমারী অ্যামিনের সাধারণ ধর্ম: ইহারা তরল অথবা কঠিন; গন্ধ মৃদু কিন্তু আঁষটে বা অ্যামোনিয়ার মত নয়। সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়, জলে প্রায় অদ্রবণীয়। বায়ু এবং আলোর সংস্পর্শে ক্রমশঃ বাদামী বা কালো হয়। অ্যারোমেটিক প্রাইমারী অ্যামিন স্টীমে উদ্বায়ী; স্বাভাবিক বায়ুচাপে পাতন করিলে বিয়োজিত হয় না। ক্ষার হিসাবে ইহারা অতি মৃদু; লিটমাস দ্রবণে প্রশম মনে হয়। কিন্তু অম্লের সহিত স্ফটিকাকার, জলে দ্রবণীয় লবণ গঠন করে; প্ল্যাটিনাম ক্লোরাইডের সহিত হলুদ, জলে অদ্রবণীয় স্ফটিকাকার লবণ উৎপাদন করে। ইহারা কার্বাইলঅ্যামিন বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ এবং নিম্ন তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠন করে। শেষোক্ত বিক্রিয়ার ভিত্তিতে গোটা অ্যাজো-রঞ্জক শিল্প গড়িয়া উঠিয়াছে।

নাইট্রোঅ্যানিলিন, NH_2-C_6H_4-NO_2, অঃ, মেঃ ও প্যাঃ, রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে দরকার; অতএব শিল্পে গুরুত্বপূর্ণ। অ্যানিলিন ও গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড হইতে সরাসরি উৎপাদনের অসুবিধা এই যে অ্যানিলিন জারিত হয় এবং ডাই- ও ট্রাই-নাইট্রোঅ্যানিলিনও উৎপন্ন হয়। অ্যাসিটিলেশন দ্বারা অ্যামিনো গ্রুপ সংরক্ষিত করিবার পর গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় প্রধানতঃ প্যাঃ যৌগ (সঙ্গে সামান্য অঃ যৌগ) পাওয়া যায়। অঃ ক্লোরোনাইট্রোবেনজিন এবং অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়া চাপ-পিষ্ট অবস্থায় গরম করিলে অঃ নাইট্রো-অ্যানিলিন মিলে। অনুরূপ ভাবে প্যাঃ ক্লোরোনাইট্রোবেনজিন হইতে প্যাঃ নাইট্রো-অ্যানিলিন পাওয়া যায়।

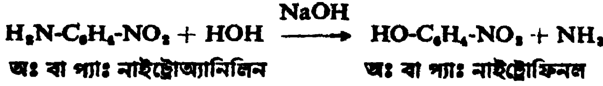


মেঃ ডাইনাইট্রোবেনজিনকে অ্যালকোহলীয় অ্যামোনিয়াম হাইড্রোসালফাইড দ্বারা আংশিক বিজারিত করিয়া মেঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 80%.



নাইট্রোঅ্যানিলিন, অঃ, মেঃ ও প্যাঃ, স্ফটিকাকার, রং হলুদ বা কমলা; গলনাংক যথাক্রমে 71°, 114° এবং 147° ইহারা অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়, শীতল জলে প্রায় অদ্রবণীয়।

বিজারণে অনুরূপ ফেনিলিন ডাইঅ্যামিনে, $H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, পরিণত হয়। ফুটন্ত কস্টিক সোডা অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিনকে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।

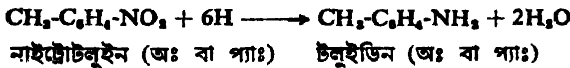


$$H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2 + HOH \xrightarrow{NaOH} HO\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2 + NH_3$$

অঃ বা প্যাঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন — অঃ বা প্যাঃ নাইট্রোফিনল

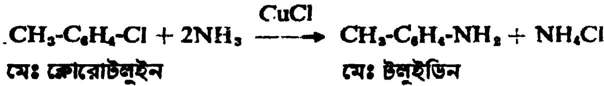
ইলেকট্রন-আকর্ষী নাইট্রো গ্রুপ নাইট্রোঅ্যানিলিনের ক্ষারত্ব হ্রাস করিয়াছে; কেবল তীব্র অ্যাসিডে ইহারা বর্ণহীন লবণ গঠন করিয়া দ্রবীভূত হয়।

টলুইডিন, অ্যামিনোটলুইন, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, অঃ, মেঃ ও প্যাঃ, অ্যানিলিনের সমগণঃ অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোটলুইন লৌহ ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অথবা হাইড্রোজেন ও নিকেল দ্বারা টলুইডিনে বিজারিত হয়। মেঃ ক্লোরোটলুইন ও অ্যামোনিয়া চাপ-পিষ্ট অবস্থায় কিউপ্রাস ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে গরম করিয়া মেঃ টলুইডিন তৈয়ার হয়।



$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NO_2 + 6H \longrightarrow CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 + 2H_2O$$

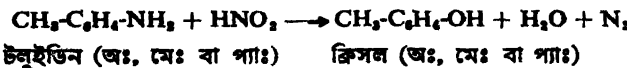
নাইট্রোটলুইন (অঃ বা প্যাঃ) — টলুইডিন (অঃ বা প্যাঃ)



$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}Cl + 2NH_3 \xrightarrow{CuCl} CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 + NH_4Cl$$

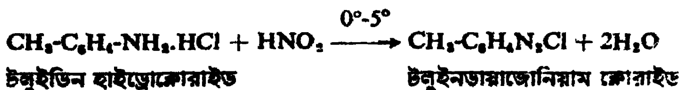
মেঃ ক্লোরোটলুইন — মেঃ টলুইডিন

অঃ টলুইডিন হালকা হলুদ তৈলাকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 200°, গলনাংক -24°), জলে সামান্য দ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। মেঃ টলুইডিন বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 203°, গলনাংক -30°): জলে প্রায় অদ্রবণীয়, কিন্তু সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়। প্যাঃ টলুইডিন স্ফটিকাকার (গলনাংক 43°, স্ফুটনাংক 200°), জলে অল্প দ্রবণীয়। ইহাদের স্ফুটনাংক খুব কাছাকাছি (আংশিক পাতনে পৃথক করা কঠিন) কিন্তু গলনাংকের ব্যবধান বিস্তর; আংশিক কেলাসনে ইহাদিগকে সহজে পৃথক করা চলে। অ্যানিলিনের মত ইহারা কার্বাইলঅ্যামিন, ডায়াজোনিয়াম লবণ, অ্যাসিটিল যৌগ ইত্যাদি গঠন করে। নাইট্রাস অ্যাসিড সাধারণ তাপাংকে ইহাদিগকে হাইড্রক্সিটলুইন বা ক্রিসলে, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, রূপান্তরিত করে কিন্তু অনধিক 5° তাপাংকে ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠিত হয়। অ্যাসিটিল যৌগের গলনাংক দ্বারা ইহাদিগকে চিহ্নিত করা যায়; অঃ, মেঃ ও প্যাঃ অ্যাসিটিল যৌগের গলনাংক যথাক্রমে 110°, 65° ও 153°. টলুইডিন রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে লাগে।



$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 + HNO_2 \longrightarrow CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH + H_2O + N_2$$

টলুইডিন (অঃ, মেঃ বা প্যাঃ) — ক্রিসল (অঃ, মেঃ বা প্যাঃ)

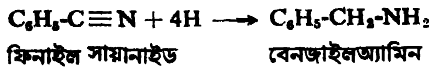


$$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2.HCl + HNO_2 \xrightarrow{0^\circ\text{-}5^\circ} CH_3\text{-}C_6H_4N_2Cl + 2H_2O$$

টলুইডিন হাইড্রোক্লোরাইড — টলুইনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড

বেনজাইলঅ্যামিন, C_6H_5-CH_2-NH_2, *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন, C_6H_5-NH-CH_3, এবং অঃ, মেঃ ও প্যাঃ টলুইডিন, CH_3-C_6H_4-NH_2, সমাবয়বী। অ্যামিনো গ্রুপ পার্শ্ব-শৃংখলে অবস্থিত বলিয়া ইহার প্রকৃতি ও প্রস্তুত প্রণালী অ্যালিফ্যাটিক অ্যামিনের অনুরূপ। অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সহিত ইহার সাদৃশ্য অতি সামান্য।

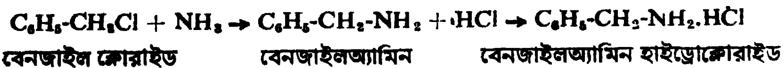
প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ফিনাইল সায়ানাইড হইতে:** জায়মান হাইড্রোজেন (ইথাইল অ্যালকোহল ও সোডিয়াম হইতে) ফুটন্ত অবস্থায় ফিনাইল সায়ানাইডকে বেনজাইল-অ্যামিনে বিজারিত করে। ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইডও এই বিজারণ ঘটায়।



$$C_6H_5\text{-}C\equiv N + 4H \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2$$

ফিনাইল সায়ানাইড বেনজাইলঅ্যামিন

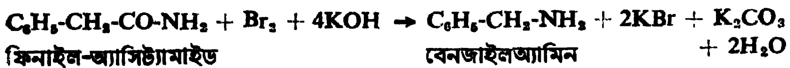
(২) **বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে:** 100°-তে দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে বেনজাইল ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়া গরম করিলে বেনজাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + NH_3 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HCl \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2.HCl$$

বেনজাইল ক্লোরাইড বেনজাইলঅ্যামিন বেনজাইলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড

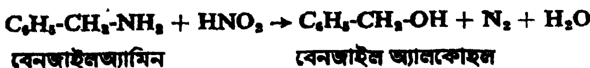
(৩) **ফিনাইল-অ্যাসিট্যামাইড হইতে:** ফিনাইলঅ্যাসিট্যামাইড, ব্রোমিন ও কস্টিক পটাশের বিক্রিয়ায় বেনজাইলঅ্যামিন গঠিত হয় (হফ্‌ম্যান বিক্রিয়া)।



$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}NH_2 + Br_2 + 4KOH \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + 2KBr + K_2CO_3 + 2H_2O$$

ফিনাইল-অ্যাসিট্যামাইড বেনজাইলঅ্যামিন

ধর্ম: বেনজাইলঅ্যামিন বর্ণহীন তরল (স্ফুটনাংক 185°); আলোর সংস্পর্শে ক্রমশঃ ধূসর হয়। গন্ধ অ্যামোনিয়ার মত ঝাঁঝালো। ইহা জলের সহিত সকল অনুপাতে মিশে; জলীয় দ্রবণ অ্যামোনিয়ার তুল্য তীব্র ক্ষার ($K_b = 2.3 \times 10^{-5}$). ইহাতে লিটমাস নীল হয়। ইহা কার্বাইলঅ্যামিন গঠন করে; সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড ইহাকে বেনজাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত করে; সঙ্গে নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। সমাবয়বী *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন, C_6H_5-NH-CH_3, সেকেণ্ডারী অ্যামিন; কার্বাইল-অ্যামিন গঠন করে না, নাইট্রাস অ্যাসিড ইহা হইতে নাইট্রোজেনও বিমুক্ত করে না। কোন কোন রঞ্জন-দ্রব্য বেনজাইলঅ্যামিন হইতে তৈয়ার হয়।

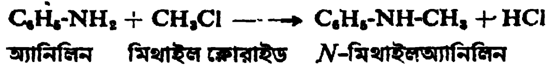


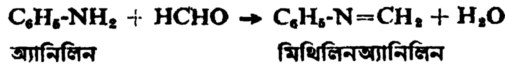
$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HNO_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}OH + N_2 + H_2O$$

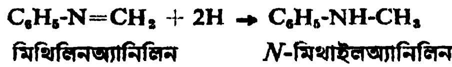
বেনজাইলঅ্যামিন বেনজাইল অ্যালকোহল

N-মিথাইলঅ্যানিলিন, C_6H_5-NH-CH_3. হিসাব মত অ্যানিলিন ও মিথাইল ক্লোরাইড অ্যালকোহলীয় দ্রবণে দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গরম করিলে পাওয়া যায়; অ্যানিলিনের একটি অ্যামিনো হাইড্রোজেন মিথাইল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। সঙ্গে সামান্য ডাইমিথাইল-অ্যানিলিন, $C_6H_5N(CH_3)_2$, মিলে। ইহাদের স্ফুটনাংক (196° এবং 194°) খুব

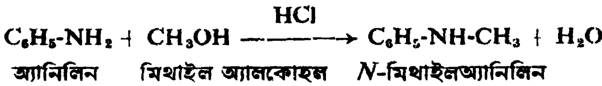
কাছাকাছি; আংশিক পাতনে পৃথক করা যায় না। ঈষৎ উষ্ণ কস্টিক সোডা ও জিংক কণার উপস্থিতিতে অ্যানিলিন ও ফরম্যালডিহাইড মিথিলিনঅ্যানিলিনে পরিণত হয়; জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক কণা ও কস্টিক সোডা হইতে) ইহাকে বিশুদ্ধ *N*-মিথাইলঅ্যানিলিনে বিজারিত করে।







শিল্পে 230°-তে হাইড্রোজেন ক্লোরাইডের (অনুঘটক) উপস্থিতিতে অ্যানিলিন ও মিথাইল অ্যালকোহল চাপ-পিষ্ট অবস্থায় গরম করিয়া *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন তৈয়ার হয়। মিথাইল অ্যালকোহল ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন মিথাইল ক্লোরাইড অ্যানিলিনকে মিথিলিশেন করে। মিথাইল অ্যালকোহল অতিরিক্ত থাকিলে *N,N*-ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন প্রধানতঃ উৎপন্ন হয়।



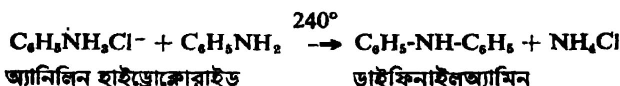
সদ্য-পাতিত মিথাইলঅ্যানিলিন তৈলাকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 196°; আঃ গুঃ 0.989), হালকা হলুদ; আলো ও বায়ুর সংস্পর্শে বাদামী দেখায়। ইহার গন্ধ বৈশিষ্ট্যসূচক, এবং প্রীতিকর। ইহা জলে অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। কোন কোন রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে ইহা দরকার।

***N,N*-ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন**, $C_6H_5\text{-}N(CH_3)_2$, চাপ-পিষ্ট অবস্থায় অ্যানিলিন ও অত্যধিক মিথাইল অ্যালকোহল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে 230°-তে গরম করিয়া তৈয়ার হয়। ইহাও হালকা হলুদ বর্ণের তৈলাকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 194°; আঃ গুঃ 0.956), জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। ডাইমিথাইল-অ্যানিলিন মিথাইলঅ্যানিলিন অপেক্ষা তীব্রতর ক্ষার ($K_b = 1{\cdot}1 \times 10^{-9}$). নাইট্রোজেন-সংলগ্ন হাইড্রোজেন না থাকায় অ্যাসিটিলেশন সম্ভব নয়। মিথাইলঅ্যানিলিন ও ডাইমিথাইলঅ্যানিলিনের মিশ্রণ অ্যাসিটিলেশনের পর পাতিত করিলে অনুদ্বায়ী ফিনাইল-মিথাইলঅ্যাসিট্যামাইড, $C_6H_5\text{-}N(CH_3)\text{-}OC\text{-}CH_3$, পাত্রে পড়িয়া থাকে; উদ্বায়ী অবিকৃত ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন চলিয়া যায়। ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষ ও পাতনে *N*-মিথাইলঅ্যানিলিন পাওয়া যায়। ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন রঞ্জন-দ্রব্য ও ভ্যানিলিন (সুগন্ধি) উৎপাদনে লাগে। ইহা দ্রাবকও বটে।

প্রাইমারী, সেকেণ্ডারী ও টারশিয়ারী অ্যারোমেটিক অ্যামিনের পার্থক্য

বিকারক	অ্যানিলিন	*N*-মিথাইলঅ্যানিলিন	*N,N*-ডাইমিথাইল-অ্যানিলিন
ক্লোরোফরম ও গরম অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ	কার্বাইলঅ্যামিন গঠন করে	অবিকৃত থাকে	অবিকৃত থাকে
0°-5° তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড	বেনজিনডায়াজোনিয়াম লবণ উৎপাদন করে	অবিকৃত থাকে	অবিকৃত থাকে
সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড	ফিনল ও নাইট্রোজেনে বিয়োজিত হয়	তৈলাকৃতি, হলুদ, ইথারে দ্রবণীয় নাইট্রোসোঅ্যামিন গঠন করে	প্যাঃ নাইট্রোসো-ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন গঠন করে; কস্টিক সোডায় সবুজ হয়
অ্যাসিটিল ক্লোরাইড	অ্যাসিট্যানিলাইড মিলে (গলনাংক 114°)	ফিনাইলমিথাইল-অ্যাসিট্যামাইড মিলে (গলনাংক 101°)	কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

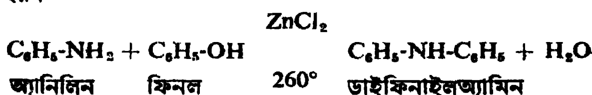
ডাইফিনাইলঅ্যামিন, $(C_6H_5)_2NH$, 240°-তে 6 বায়ু চাপে অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ও অ্যানিলিন গরম করিলে উৎপন্ন হয়; বায়ুশূন্য পাত্র হইতে পাতনে ইহাকে শোধন করা চলে।



$$C_6H_5\overset{+}{N}H_3Cl^- + C_6H_5NH_2 \xrightarrow{240^\circ} C_6H_5\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + NH_4Cl$$

অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ডাইফিনাইলঅ্যামিন

ফিনল ও অ্যানিলিন জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে 260° তাপাংকে ডাইফিনাইলঅ্যামিনে রূপান্তরিত হয়।



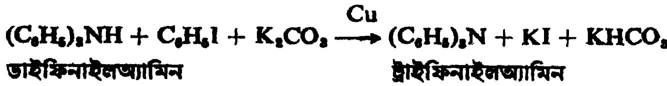
$$C_6H_5\text{-}NH_2 + C_6H_5\text{-}OH \xrightarrow[260^\circ]{ZnCl_2} C_6H_5\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + H_2O$$

অ্যানিলিন ফিনল ডাইফিনাইলঅ্যামিন

ডাইফিনাইলঅ্যামিন সুগন্ধি, স্ফটিকাকার (গলনাংক 54°, স্ফুটনাংক 302°); ইথার ও অ্যালকোহলে দ্রবণীয়, জলে বা খনিজ অ্যাসিডের লঘু জলীয় দ্রবণে অদ্রবণীয়। দুইটি ফিনাইল গ্রুপ ইহার নাইট্রোজেনের বন্ধন-ইলেকট্রন আকর্ষণ করায়, ইমিনো হাইড্রোজেনের প্রোটনরূপে নিষ্ক্রান্ত হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পাইয়াছে। ধাতব পটাশিয়াম ইহাকে পটাশিয়াম লবণে, $(C_6H_5)_2NK$, রূপান্তরিত করে। ডাইফিনাইলঅ্যামিন অতি সামান্য নাইট্রিক অ্যাসিডের উপস্থিতি সূচিত করে—গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের দ্রবণে ইহা নাইট্রিক অ্যাসিডের সংস্পর্শে গাঢ় নীল দেখায়। অ্যাজো-জাতীয় রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে ডাইফিনাইলঅ্যামিন প্রয়োজন।

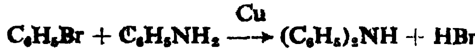
ট্রাইফিনাইলঅ্যামিন, $(C_6H_5)_3N$, বর্ণহীন স্ফটিকাকার (গলনাংক 127°); গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে ইহার দ্রবণ নীল বর্ণের। ডাইফিনাইলঅ্যামিন, আইয়োডোবেনজিন

ও পটাশিয়াম কার্বনেট কপার চূর্ণের উপস্থিতিতে গরম করিলে ইহা পাওয়া যায়। ব্রোমোবেনজিন ও অ্যানিলিন কপার চূর্ণসহ গরম করিলে ডাই- ও ট্রাই-ফিনাইলঅ্যামিন দুইই উৎপন্ন হয়।

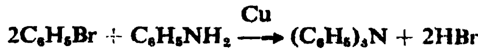


$$(C_6H_5)_2NH + C_6H_5I + K_2CO_3 \xrightarrow{Cu} (C_6H_5)_3N + KI + KHCO_3$$

ডাইফিনাইলঅ্যামিন ট্রাইফিনাইলঅ্যামিন



$$C_6H_5Br + C_6H_5NH_2 \xrightarrow{Cu} (C_6H_5)_2NH + HBr$$



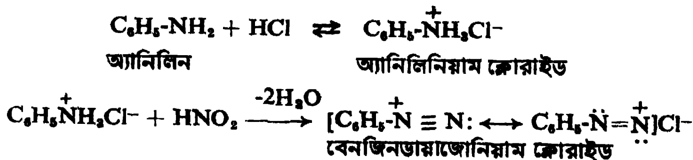
$$2C_6H_5Br + C_6H_5NH_2 \xrightarrow{Cu} (C_6H_5)_3N + 2HBr$$

অ্যারোমেটিক অ্যামিন

নাম	আণবিক সংকেত	গলনাংক °C	স্ফুটনাংক °C	আঃ গুঃ
অ্যানিলিন	$C_6H_5NH_2$	-6	184	1.022
N-মিথাইলঅ্যানিলিন	$C_6H_5NHCH_3$	-57	196	0.989
N,N-ডাই "	$C_6H_5N(CH_3)_2$	2	194	0.956
অঃ টলুইডিন	$CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$	-24	200	1.C08
মেঃ "	,,	-30	203	0.990
প্যাঃ "	,,	43	200	1.046
ডাইফিনাইলঅ্যামিন	$(C_6H_5)_2NH$	54	302	1.159
ট্রাই " "	$(C_6H_5)_3N$	127	365	0.775
অঃ ফেনিলিনডাইঅ্যামিন	$C_6H_4(NH_2)_2$	102	256	--
মেঃ " "	"	63	282	1.069
প্যাঃ " "	"	140	267	---

ডায়াজোনিয়াম যৌগ : অ্যারোম্যাটিক প্রাইমারী অ্যামিন, যাহার অ্যামিনো গ্রুপ, NH বেনজিন বলয়ের সহিত সরাসরি সংযুক্ত, যথা অ্যানিলিন, $C_6H_5\text{-}NH_2$, বা টলুইডিন, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$, নিম্ন তাপাংকে (0°-5°) নাইট্রাস অ্যাসিডের সহিত ডায়াজোনিয়াম যৌগ গঠন করে। ইহাতে দুইটি নাইট্রোজেন পরমাণুর ডায়াজো গ্রুপ, $-N_2-$ (*azote*, নাইট্রোজেন) আছে। শিল্পে ইহাদের গুরুত্ব যথেষ্ট; প্রায় 3500 কৃত্রিম রঞ্জন-দ্রব্যের অন্ততঃ 2000 অ্যাজো-শ্রেণীর। পরীক্ষাগারেও ইহাদের গুরুত্ব নানাবিধ সংশ্লেষণে। ডায়াজোনিয়াম যৌগ আকৃতি ও প্রকৃতিতে অজৈব অ্যামোনিয়াম লবণের অনুরূপ। উভয়েই বর্ণহীন, স্ফটিকাকার ও জলে দ্রবণীয়; উভয়েই জলে আয়নিত হয়। কিন্তু নির্জল ডায়াজোনিয়াম যৌগ বিস্ফোরণ ঘটায়।

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড, $C_6H_5N_2Cl$: 1 অণু তুল্যাংক অ্যারোমেটিক অ্যামিন 2 অণু তুল্যাংক হাইড্রোক্লোরিক (অথবা সালফিউরিক) অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে 0°-5° তাপাংকে ধীরে ধীরে 1 অণু তুল্যাংক জলীয় সোডিয়াম নাইট্রাইট মিশাইলে ডায়াজোনিয়াম লবণ গঠিত হয়। অ্যানিলিন (15 cc) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে (40 cc গাঢ় অ্যাসিড + 40 cc জল) দ্রবীভূত করিয়া তাহাতে হিমশীতল অবস্থায় ধীরে ধীরে সোডিয়াম নাইট্রাইট (12.5 g + 30 cc জল) মিশানো হয়। সর্বদা তরলে অতিরিক্ত নাইট্রাস অ্যাসিড (সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে উৎপন্ন) থাকা চাই (ইহাতে স্টার্চ-আইয়োডাইড-মাখানো-কাগজের টুকরা ডুবানোমাত্র নীল হয়)। বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণে থাকে। এই বিক্রিয়ার নাম ডায়াজোটিজেশন (diazotisation). ডায়াজোনিয়াম লবণ অস্থিতিশীল, নির্জল অবস্থায় বিস্ফোরণ ঘটায়। সুতরাং জলীয় দ্রবণ ব্যবহৃত হয় (10° তাপাংকের ঊর্ধ্বে ইহা ক্রমশঃ ফিনলে বিয়োজিত হয়)।

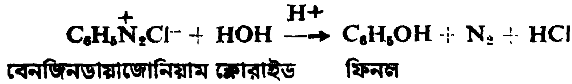

$$C_6H_5\text{-}NH_2 + HCl \rightleftharpoons C_6H_5\text{-}\overset{+}{N}H_3Cl^-$$
অ্যানিলিন — অ্যানিলিনিয়াম ক্লোরাইড

$$C_6H_5\overset{+}{N}H_3Cl^- + HNO_2 \xrightarrow{-2H_2O} [C_6H_5\text{-}\overset{+}{N} \equiv N: \longleftrightarrow C_6H_5\text{-}\ddot{N}=\overset{+}{\underset{\cdot\cdot}{N}}]Cl^-$$
বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড

বেনজিনডায়াজোনিয়াম লবণের ক্যাটায়ন সংস্পন্দনশীল গঠন দ্বারা স্থিতিশীলতা অর্জন করে; ইহার পজিটিভ চার্জ উভয় নাইট্রোজেন পরমাণুর উপর বিস্তৃত। জলীয় দ্রবণে লবণ পুরাপুরি আয়নিত হয়; দ্রবণ বিদ্যুৎ পরিবহন করে। এই আণবিক গঠন রন্টগেন রশ্মি পরীক্ষায় নির্ভুল প্রমাণিত হইয়াছে। ডায়াজোনিয়াম লবণের নামকরণে প্রথমে মূল হাইড্রোকার্বন, তারপর ডায়াজোনিয়াম (এই দুইটি একটি শব্দে) এবং অবশেষে অ্যানায়ন (অ্যাসিডের নিগেটিভ অংশ) উল্লিখিত হয়। যথা বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড, $C_6H_5\overset{+}{N_2}Cl^-$, প্যাঃ নাইট্রোবেনজিনডায়াজোনিয়াম সালফেট, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}\overset{+}{N_2}HSO_4^-$, ইত্যাদি।

ধর্ম: বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের স্ফটিক বর্ণহীন, জলে অতি দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে অল্প দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণ প্রশম; জল এই লবণকে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিতে পারে না। অতি লঘু জলীয় দ্রবণও বিদ্যুৎ পরিবহন করে; অর্থাৎ লবণ প্রায় পুরাপুরি আয়নিত হয়। নির্জল ডায়াজোনিয়াম লবণ উত্তাপে কিংবা ঘর্ষণে বিস্ফোরণ ঘটায়; ডায়াজোনিয়াম নাইট্রেট বিশেষ বিপদজনক। তীব্র দিবালোকে ডায়াজোনিয়াম লবণ বিয়োজিত হয়; দলিল পত্রের কিংবা বাড়ির নক্সার অনুলিপি তৈয়ার করিতে এই ধর্ম কাজে লাগে।

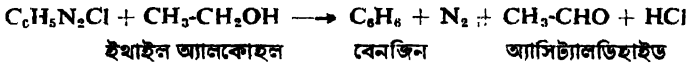
বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের আম্লিক জলীয় দ্রবণ 40°-50° তাপাংকে ফিনলে বিয়োজিত হয়।



$$C_6H_5\overset{+}{N}_2Cl^- + HOH \xrightarrow{H^+} C_6H_5OH + N_2 + HCl$$

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ফিনল

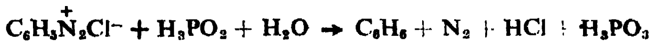
(২) **বিজারণ:** বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ও ইথাইল অ্যালকোহল গরম করিলে বেনজিন ও অ্যাসিট্যালডিহাইড পাওয়া যায়।



$$C_6H_5N_2Cl + CH_3\text{-}CH_2OH \longrightarrow C_6H_6 + N_2 + CH_3\text{-}CHO + HCl$$

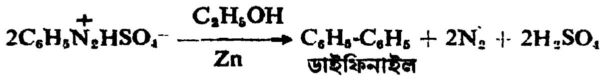
ইথাইল অ্যালকোহল বেনজিন অ্যাসিট্যালডিহাইড

হাইপোফসফরাস অ্যাসিডের শীতল জলীয় দ্রবণও ইহাকে বেনজিনে বিজারিত করে।



$$C_6H_5\overset{+}{N}_2Cl^- + H_3PO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_6 + N_2 + HCl + H_3PO_3$$

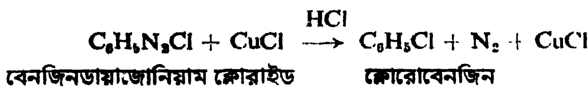
(৩) **ফিনাইল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** 30°-40°-তে বেনজিনডায়াজোনিয়াম লবণ, জলীয় অ্যালকোহল এবং জিংক (অথবা কপার) চূর্ণ ডাইফিনাইল গঠন করে।



$$2C_6H_5\overset{+}{N}_2HSO_4^- \xrightarrow[Zn]{C_2H_5OH} C_6H_5\text{-}C_6H_5 + 2N_2 + 2H_2SO_4$$

ডাইফিনাইল

(৪) **হ্যালোজেন দ্বারা প্রতিস্থাপন:** গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, কিউপ্রাস ক্লোরাইড ও বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ 60° তাপাংকে ক্লোরোবেনজিন গঠন করে। গাঢ় হাইড্রোব্রোমিক অ্যাসিড এবং কিউপ্রাস ব্রোমাইড হইতে ব্রোমোবেনজিন পাওয়া যায়। জলীয় বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড এবং পটাশিয়াম আইয়োডাইড গরম করিলে আইয়োডোবেনজিন উৎপন্ন হয়। এই সকল বিক্রিয়ায় নাইট্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয়। প্রথম ও দ্বিতীয় বিক্রিয়ার নাম Sandmeyer reaction.



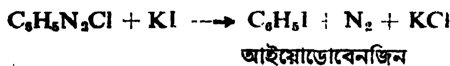
$$C_6H_5N_2Cl + CuCl \xrightarrow{HCl} C_6H_5Cl + N_2 + CuCl$$

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ক্লোরোবেনজিন



$$C_6H_5N_2Cl + CuBr \xrightarrow{HBr} C_6H_5Br + N_2 + CuCl$$

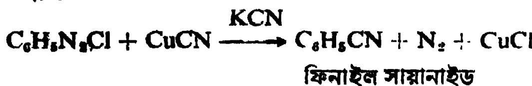
ব্রোমোবেনজিন



$$C_6H_5N_2Cl + KI \longrightarrow C_6H_5I + N_2 + KCl$$

আইয়োডোবেনজিন

(৫) **সায়ানো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** জলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড, কিউপ্রাস সায়ানাইড ও বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড গরম করিলে ফিনাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়।

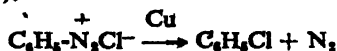


$$C_6H_5N_2Cl + CuCN \xrightarrow{KCN} C_6H_5CN + N_2 + CuCl$$

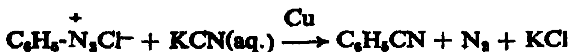
ফিনাইল সায়ানাইড

অ্যাসিড ও কিউপ্রাস লবণের পরিবর্তে কপার চূর্ণ জলীয় ডায়াজোনিয়াম লবণে মিশাইলে

সাধারণ তাপাংকে ডায়াজো গ্রুপ্ -Cl, -Br, -CN ইত্যাদি দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় (Gattermann পদ্ধতি).



$$C_6H_5\text{-}\overset{+}{N_2}Cl^- \xrightarrow{Cu} C_6H_5Cl + N_2$$



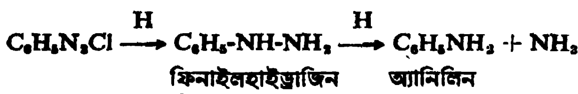
$$C_6H_5\text{-}\overset{+}{N_2}Cl^- + KCN(aq.) \xrightarrow{Cu} C_6H_5CN + N_2 + KCl$$

(৬) **বিজারণ :** গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও স্ট্যানাস ক্লোরাইড শীতল বেনজিন ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডকে (জলীয় দ্রবণে) ফিনাইলহাইড্রাজিনে বিজারিত করে। জিংক কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে অ্যানিলিনে রূপান্তরিত করে।



$$C_6H_5N_2Cl + 4H \longrightarrow C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH_2.HCl$$

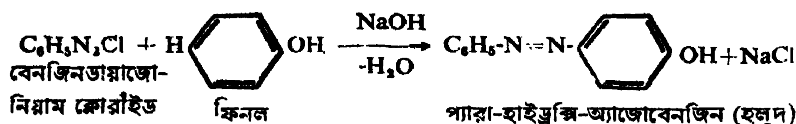
বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ফিনাইলহাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইড



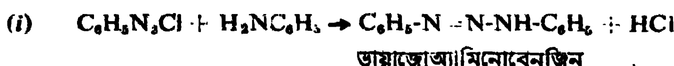
$$C_6H_5N_2Cl \xrightarrow{H} C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH_2 \xrightarrow{H} C_6H_5NH_2 + NH_3$$

ফিনাইলহাইড্রাজিন অ্যানিলিন

(৭) **অ্যাজো-রঞ্জক গঠন :** সাধারণ তাপাংকে বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডে কস্টিক সোডা ও ফিনল মিশাইলে উজ্জ্বল হলুদ অ্যাজো-রঞ্জক উৎপন্ন হয়। ইহাতে অ্যাজো গ্রুপ, -N=N-, দুইটি বেনজিন বলয়কে সংযুক্ত করিয়াছে। ফিনলের, C_6H_5OH, মত অন্য হাইড্রক্সি-অ্যারোমেটিক যৌগ, যথা β-ন্যাপথল, $C_{10}H_7OH$, লাল রঞ্জক উৎপাদন করে; দ্রবণ ক্ষারীয় হওয়া চাই। সাধারণতঃ ফিনলের প্যারা-স্থানের হাইড্রোজেন $C_6H_5N_2$- গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। ইহা পূর্বেই প্রতিস্থাপিত থাকিলে, অরথো-স্থানের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়। এখানে হাইড্রোজেন না থাকিলে, হয় প্যারা-স্থানের পরমাণু বা গ্রুপকে স্থানচ্যুত করিয়া $C_6H_5N_2$- গ্রুপ প্রবেশ করে, নয়ত কোন বিক্রিয়া ঘটে না। এই বিক্রিয়াকে কাপলিং (coupling) বলে।



বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড আম্লিক অ্যারোমেটিক অ্যামিনের সহিতও কাপলিং করিয়া অ্যাজো-রঞ্জক গঠন করে। প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী অ্যামিনের ক্ষেত্রে এই বিক্রিয়া দুই ধাপে ঘটে ; টারশিয়ারী অ্যামিনের প্যারা হাইড্রোজেন এবং বেনজিন-ডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের ক্লোরিন HCl রূপে নির্গত হইয়া অ্যাজো-বন্ধন সৃজনে সাহায্য করে।

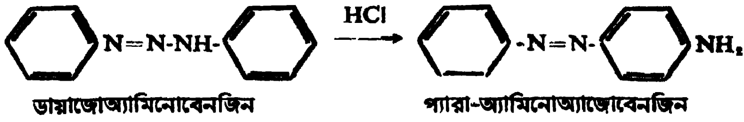


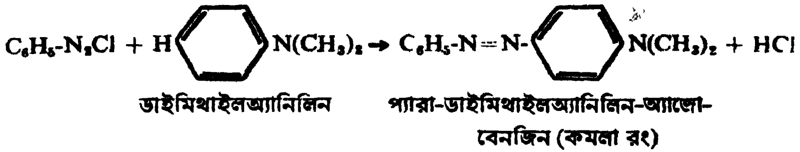
(*i*) $C_6H_5N_2Cl + H_2NC_6H_5 \rightarrow C_6H_5\text{-}N=N\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + HCl$

ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন

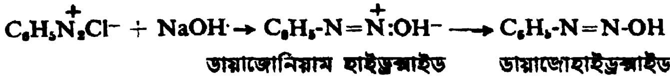
(ii) তীব্র অম্লের উপস্থিতিতে ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিনের আণবিক পনর্বিন্যাস

ঘটে ; ফলে প্যারা-অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন উৎপন্ন হয়। ইহার রং রক্তিমাভ কমলা।

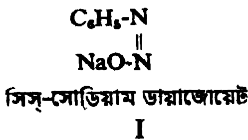


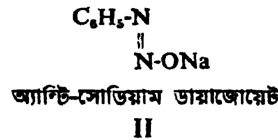


(৮) **ডায়াজোয়েট গঠন:** বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডে অতিরিক্ত কস্টিক সোডা মিশাইলে বেনজিনডায়াজোনিয়াম হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন হয়। ইহা অতিশয় অস্থিতিশীল ; অবিলম্বে আণবিক পুনর্বিন্যাস দ্বারা ডায়াজোহাইড্রক্সাইড গঠন করে। ইহার সোডিয়াম লবণ সিস্- (I) ও অ্যান্টি- (II) জ্যামিতিক সমাবয়বীরূপে জানা আছে।



ডায়াজোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ডায়াজোহাইড্রক্সাইড

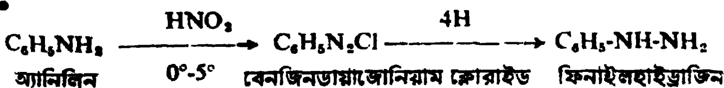




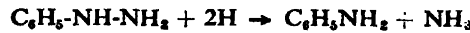
সিস্-সোডিয়াম ডায়াজোয়েট — I

অ্যান্টি-সোডিয়াম ডায়াজোয়েট — II

ফিনাইলহাইড্রাজিনের, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH_2$, গুরুত্ব অ্যালডিহাইড, কিটোন ও কার্বোহাইড্রেটের বিকারক হিসাবে। রঞ্জক ও ঔষধ প্রস্তুত করিতে ইহা আবশ্যক। বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড বিজারিত করিয়া ইহা তৈয়ার হয়। পরীক্ষাগারে বিজারক স্ট্যানাস ক্লোরাইড ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ; শিল্পে সোডিয়াম সালফাইট। অ্যানিলিনের (10 cc) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (25 cc গাঢ় অ্যাসিড +25 cc জল) দ্রবণে 0°-5°-তে জলীয় সোডিয়াম নাইট্রাইট (9 g+90 cc জল) ধীরে ধীরে মিশানো হয়। ইহাতে আম্লিক স্ট্যানাস ক্লোরাইড (50 g+100 cc গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) অল্প অল্প করিয়া যোগ করিলে ফিনাইলহাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইডের সাদা স্ফটিক দেখা দেয়। অতিরিক্ত কস্টিক সোডা রক্তিমাভ ফিনাইলহাইড্রাজিন (তৈলের আকারে) বিমুক্ত করে। ইথার (অথবা বেনজিন) দ্বারা নিষ্কাশনের পর কঠিন কস্টিক পটাশসহ ঝাঁকাইলে ইহা নির্জল হয়। গরম জলগাহ হইতে ইথার অপসারিত এবং নিম্ন চাপে পাতন করিলে বিশুদ্ধ ফিনাইলহাইড্রাজিন মিলে।



ধর্ম : সদ্য-পাতিত ফিনাইলহাইড্রাজিন হালকা হলুদ তরল (স্ফুটনাংক 241° সামান্য বিয়োজনসহ; আঃ গুঃ 1.1C); আলো ও বায়ুর সংস্পর্শে ক্রমশঃ গাঢ় বাদামী রং ধারণ করে। ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয়, সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয়। ফিনাইলহাইড্রাজিন ত্বকের ভিতর দিয়া দেহে প্রবেশ করে ; দীর্ঘ কালের সংস্পর্শে একজিমা রোগ হয়। ইহা তীব্র বিজারক; শীতল ফেলিং দ্রবণ এবং উষ্ণ ফেরিক ক্লোরাইডকে বিজারিত করে। অ্যাসিডের সহিত ইহা স্ফটিকাকার, জলে দ্রবণীয় লবণ গঠন করে, যথা: ফিনাইল-হাইড্রাজিন হাইড্রোক্লোরাইড; C_6H_5-NH-NH_2.HCl. জিংক কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফিনাইলহাইড্রাজিনকে অ্যানিলিনে বিজারিত করে।



$$C_6H_5\text{-NH-NH}_2 + 2H \rightarrow C_6H_5NH_2 + NH_3$$

ফিনাইলহাইড্রাজিন অ্যানিলিন

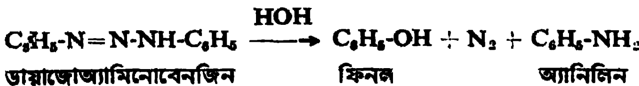
ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন, C_6H_5-N=N-NH-C_6H_5, তৈয়ার করিতে আণবিক অনুপাতে অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ও বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড জলীয় দ্রবণে মিশানো হয়; অ্যাসিড প্রশমিত করিতে সোডিয়াম অ্যাসিটেটের উপস্থিতি আবশ্যক। সোনালী প্রিজম (গলনাংক 98°) অবিলম্বে দেখা দেয়। বেনজিন হইতে কেলাসনে বিশুদ্ধ স্ফটিক পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 73%.



$$C_6H_5\text{-}N_2Cl + H_2N\text{-}C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5\text{-N=N-NH-}C_6H_5 + HCl$$

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন

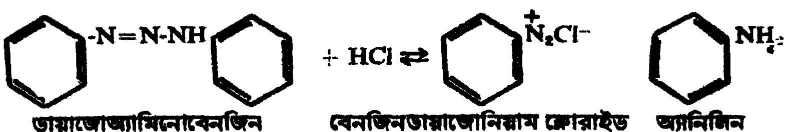
অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডকে বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডে রূপান্তরিত করিবার সময় ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন গঠিত হয় যদি অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড অতিরিক্ত পরিমাণে থাকে। সদ্য-উৎপন্ন বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড এবং অবিকৃত অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইড ইহা গঠন করে। ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন জলে প্রায় অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে দ্রবণীয়। ইহা দ্রুত গরম করিলে বিস্ফোরণ ঘটে। ফুটন্ত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ইহাকে ফিনল ও অ্যানিলিনে বিয়োজিত করে।

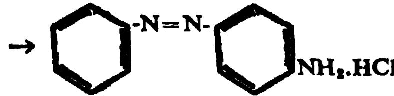


$$C_6H_5\text{-N=N-NH-}C_6H_5 \xrightarrow{HOH} C_6H_5\text{-OH} + N_2 + C_6H_5\text{-}NH_2$$

ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন ফিনল অ্যানিলিন

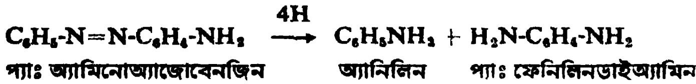
প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন, C_6H_5-N=N-C_6H_4-NH_2: হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে 40°-তে ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিনের আণবিক পুনর্বিন্যাসের ফলে ইহা গঠিত হয়। ডায়াজোঅ্যামিনোবেনজিন এবং অতিরিক্ত অ্যানিলিন হাইড্রোক্লোরাইডের সহিত রাখিয়া দিলেও এই বিক্রিয়া ঘটে।





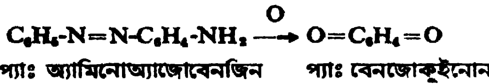
প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন হাইড্রোক্লোরাইড

প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন হাইড্রোক্লোরাইড নীলাভ সূচ-আকৃতি; ইহাতে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া মিশাইলে প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন কমলা রং-এর স্ফটিকাকারে দেখা দেয় (গলনাংক 127°). ইহাকে টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অ্যানিলিন ও প্যাঃ ফেনিলিন-ডাইঅ্যামিনে বিজারিত করে এবং ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড প্যাঃ বেনজোকুইনোনে জারিত করে।



$$C_6H_5\text{-}N=N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 \xrightarrow{4H} C_6H_5NH_2 + H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$$

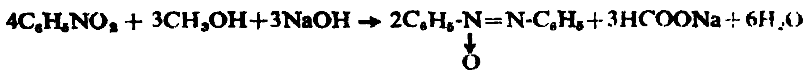
প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন অ্যানিলিন প্যাঃ ফেনিলিনডাইঅ্যামিন



$$C_6H_5\text{-}N=N\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2 \xrightarrow{O} O=C_6H_4=O$$

প্যাঃ অ্যামিনোঅ্যাজোবেনজিন প্যাঃ বেনজোকুইনোন

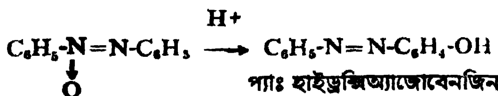
অ্যাজোক্সিবেনজিন, $C_6H_5\text{-}\underset{\substack{\downarrow \\ O}}{N}=N\text{-}C_6H_5$: খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কূপীতে জল-গাহে নাইট্রোবেনজিনের মিথাইল অ্যালকোহলীয় দ্রবণ ও কঠিন-আকার কস্টিক সোডা দুই ঘণ্টা ফুটাইলে অ্যাজোক্সিবেনজিন গঠিত হয়। হিম শীতল জলে মিশ্রণ ঢালিলে হালকা সূচ-আকারে (গলনাংক 36°) ইহা দেখা দেয়। শোধিত অ্যালকোহল হইতে কেলাসনে বিশুদ্ধ যৌগ মিলে। মিথাইল অ্যালকোহলের ভূমিকা মৃদু জারকের।



$$4C_6H_5NO_2 + 3CH_3OH + 3NaOH \rightarrow 2C_6H_5\text{-}\underset{\substack{\downarrow \\ O}}{N}=N\text{-}C_6H_5 + 3HCOONa + 6H_2O$$

অ্যাজোক্সিবেনজিন

ইহা ট্র্যানস্- ও সিস্- (গলনাংক 84°) দুই সমাবয়বীর আকারে থাকে। মৃদু বিজারক (অ্যামোনিয়াম সালফাইড) ইহাকে হাইড্র্যাজোবেনজিনে, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH\text{-}C_6H_5$, এবং তীব্র বিজারক (টিন ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) অ্যানিলিনে, $C_6H_5\text{-}NH_2$, বিজারিত করে। ঈষৎ উষ্ণ গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে অ্যাজোক্সিবেনজিন আণবিক পুনর্বিন্যাস করিয়া প্যাঃ হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেনজিনে পরিণত হয়।



$$C_6H_5\text{-}\underset{\substack{\downarrow \\ O}}{N}=N\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{H^+} C_6H_5\text{-}N=N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$$

প্যাঃ হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেনজিন

অ্যাজোবেনজিন, $C_6H_5\text{-}N=N\text{-}C_6H_5$: অ্যাজোক্সিবেনজিন ও লৌহ কণা (ওজনের তিন গুণ) পাতন করিলে মিলে। পেট্রোলিয়াম ইথার হইতে কেলাসিত স্ফটিক কমলা রং-এর। নাইট্রোবেনজিনকে মিথানল ও ম্যাগনেশিয়াম চূর্ণ দ্বারা বিজারণেও ইহা উৎপন্ন

হয়। স্থিতিশীল ট্রানস-গঠন (গলনাংক 68°) হালকা পেট্রোলিয়াম দ্রবণে অতি-বেগুনী আলোকে অস্থিতিশীল সিস্-গঠনে (গলনাংক 71°) পরিবর্তিত হয়। ইহার রং গাঢ় লাল।

$$2C_6H_5NO_2 + 4Mg + 8CH_3OH \rightarrow C_6H_5\text{-}N{=}N\text{-}C_6H_5 + 4H_2O + 4Mg(OCH_3)_2$$

নাইট্রোবেনজিন অ্যাজোবেনজিন

অ্যানিলিন ও নাইট্রোসোবেনজিন অ্যালকোহলীয় দ্রবণে গরম করিলেও অ্যাজোবেনজিন গঠিত হয়।

$$C_6H_5\text{-}NO + H_2N\text{-}C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5\text{-}N{=}N\text{-}C_6H_5 + H_2O$$

নাইট্রোসোবেনজিন অ্যাজোবেনজিন

ইহাকে মৃদু বিজারক (অ্যামোনিয়াম সালফাইড) হাইড্র্যাজোবেনজিনে, এবং আম্লিক বিজারক (জিংক চূর্ণ ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড) অ্যানিলিনে বিজারিত করে। গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ইহাকে অ্যাজোক্সিবেনজিনে জারিত করে। অ্যাজোবেনজিন রঙীন কিন্তু রঞ্জক নয়; বস্ত্রে স্থায়ীভাবে লাগিয়া থাকিতে পারে না।

হাইড্র্যাজোবেনজিন, $C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH\text{-}C_6H_5$, নাইট্রোবেনজিনকে জিংক চূর্ণ ও কস্টিক সোডা দ্বারা বিজারিত করিয়া তৈয়ার হয়। ক্ষারীয় বিজারক অ্যাজোবেনজিনকেও হাইড্র্যাজোবেনজিনে বিজারিত করে। ইহা বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার (গলনাংক 125°)।

$$2C_6H_5NO_2 + 5Zn + 10NaOH \rightarrow C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + 4H_2O + 5Na_2ZnO_2$$

নাইট্রোবেনজিন হাইড্র্যাজোবেনজিন

হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড বা ফেরিক ক্লোরাইড ইহাকে দ্রুত অ্যাজোবেনজিনে জারিত করে। আম্লিক বিজারক ($SnCl_2 + HCl$) ইহাকে অ্যানিলিনে বিজারিত করে। উত্তাপে ইহা অ্যাজোবেনজিন ও অ্যানিলিনে বিয়োজিত হয়; এক অণু অপর অণুকে হাইড্রোজেন যোগায়।

$$\begin{matrix} C_6H_5NH \\ | \\ C_6H_5\text{-}NH \end{matrix} + \begin{matrix} HN\text{-}C_6H_5 \\ | \\ HN\text{-}C_6H_5 \end{matrix} \longrightarrow \begin{matrix} C_6H_5\text{-}N \\ \| \\ C_6H_5\text{-}N \end{matrix} + \begin{matrix} H_2NC_6H_5 \\ \\ H_2NC_6H_5 \end{matrix}$$

হাইড্র্যাজোবেনজিন অ্যাজোবেনজিন অ্যানিলিন

লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং হাইড্র্যাজোবেনজিন ঈষৎ গরম করিলে আণবিক পুনর্বিন্যাস ঘটে; প্যাঃ, প্যাঃ ডাইঅ্যামিনোডাইফিনাইল বা বেনজিডিন উৎপন্ন হয়। সঙ্গে কিছু (15%) অঃ,প্যাঃ ডাইঅ্যামিনোডাইফিনাইল পাওয়া যায়।

$$C_6H_5\text{-}NH\text{-}NH\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{H^+} H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$$

হাইড্র্যাজোবেনজিন বেনজিডিন

বেনজিডিন বর্ণহীন, স্ফটিকাকার (গলনাংক 127°); অ্যাজো রঞ্জক উৎপাদনে ইহা লাগে।

১। পরীক্ষাগারে নাইট্রোবেনজিনের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহার প্রধান প্রয়োগ কি? ইহার বিজারণে কি অবস্থায় কি যৌগ পাওয়া যায়?

২। কি ভাবে নাইট্রোবেনজিনকে (i) অ্যানিলিন, (ii) ফিনল, (iii) আইয়োডোবেনজিন ও (iv) প্যারা-ডাইনাইট্রোবেনজিনে রূপান্তরিত করিবে?

৩। নাইট্রোবেনজিন হইতে পরীক্ষাগারে কি পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ অ্যানিলিন প্রস্তুত হয়? অ্যানিলিন ও ইথাইলঅ্যামিনের গুণগত সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৪। অ্যানিলিন হইতে (i) ক্লোরোবেনজিন, (ii) বেনজাইলঅ্যামিন, (iii) ফিনাইল-হাইড্রাজিন, (iv) সালফ্যানিলিক অ্যাসিড ও (v) বেনজোনাইট্রাইলের প্রস্তুত প্রণালী লিখ।

৫। (i) মিথাইলঅ্যানিলিন এবং অরথো-টলুইডিন, (ii) অ্যানিলিন ও মিথাইলঅ্যানিলিন, (iii) মিথাইলঅ্যানিলিন ও ডাইমিথাইলঅ্যানিলিন কি ভাবে চিহ্নিত করিবে?

৬। অ্যানিলিনের সহিত (i) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, (ii) সোডিয়াম নাইট্রাইট ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, (iii) ক্লোরোফরম ও অ্যালকোহলীয় কস্টিক পটাশ এবং (iv) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের কি বিক্রিয়া ঘটে?

৭। বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। কি ভাবে ইহাকে (i) বেনজিন, (ii) আইয়োডোবেনজিন, (iii) ফিনল ও (iv) ফিনাইলহাইড্রাজিনে রূপান্তরিত করিবে?

৮। কোন প্রথম যৌগের $C = 71.1\%$, $H = 6.7\%$ এবং $N = 10.4\%$. গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা একাম্লিক অ্যামিনে পরিণত হয় যাহার প্ল্যাটিনিক্লোরাইডের $Pt = 32.7\%$. মূল যৌগের আণবিক গঠন কি?

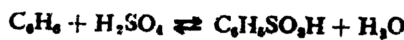
৯। A চিহ্নিত অ্যারোমেটিক অ্যামিনের $N = 13.09\%$. ইহা অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় B চিহ্নিত যৌগ গঠন করে যাহার পূর্ণ আর্দ্র-বিশ্লেষে 6.71 cc নরমাল কস্টিক সোডা দ্রবণ আবশ্যক হয়। A এবং B-এর আণবিক সংকেত লিখ।

ঊনবিংশ অধ্যায়

বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ও ফিনল

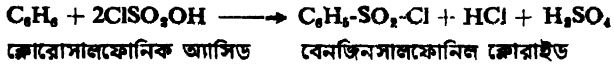
অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিড: কোন অ্যারোমেটিক যৌগের বেনজিন বলয়ের এক বা অধিক হাইড্রোজেন সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ, $-SO_3H$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিড মিলে। বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড, $C_6H_5-SO_3H$, সরলতম গঠনের অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিড। দ্বিক্ষারী সালফিউরিক অ্যাসিডে, $HO-SO_2-OH$, দুইটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে; ইহার একটি ফিনাইল গ্রুপ, C_6H_5-, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। অপরটি অবিকৃত থাকে; কাজেই বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড একক্ষারী এবং তীব্র অ্যাসিড ($K_a = 2 \times 10^{-1}$)। জলীয় দ্রবণে ইহা প্রায় পুরাপুরি আয়নিত হয়: $C_6H_5-SO_3H \rightleftharpoons C_6H_5SO_3^- + H^+$. অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিডের সাধারণ আণবিক সংকেত $Ar-SO_3H$; ইহাতে কার্বন ও সালফার সরাসরি কোভ্যালেন্ট বন্ধনে আবদ্ধ। সালফিউরিক অ্যাসিডের এস্টারে কার্বন ও সালফারের মধ্যে অক্সিজেন অবস্থিত, $R-O-SO_3H$. আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা সহজে অ্যালকোহল ও অ্যাসিডে বিয়োজিত হয়। বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের আর্দ্র-বিশ্লেষ কঠিন; চাপে ও উচ্চ তাপাংকেই তাহা সম্ভব। পার্শ্ব-শৃংখলে সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ থাকিলে, যেমন বেনজাইলসালফোনিক অ্যাসিড, $C_6H_5-CH_2-SO_3H$, তাহা খাঁটি অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিড আখ্যা পায় না। অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিডের নামকরণ হয় মূল যৌগের নামের শেষে 'সালফোনিক অ্যাসিড' যোগ করিয়া; উভয় অংশ (অ্যাসিড বাদে) একটি শব্দরূপে উল্লিখিত হয়। যথা 1-ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিড, $C_{10}H_7-SO_3H$, প্যারা-টলুইনসালফোনিক অ্যাসিড, $CH_3-C_6H_4-SO_3H$, অঃ ফিনলসালফোনিক অ্যাসিড, $HO-C_6H_4-SO_3H$, ইত্যাদি।

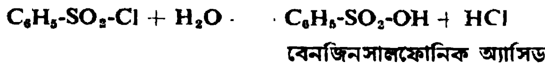
অ্যারোমেটিক সালফোনিক অ্যাসিড সাধারণতঃ তৈয়ার হয় মূল যৌগ এবং অতিরিক্ত সালফিউরিক অ্যাসিডের সরাসরি বিক্রিয়ায়; ধূমায়মান অ্যাসিডের বিক্রিয়া সাধারণ তাপাংকে ও গাঢ় অ্যাসিডের উচ্চ তাপাংকে ঘটে। কার্বন টেট্রাক্লোরাইড দ্রবণে ক্লোরোসালফোনিক অ্যাসিডও, $Cl-SO_2-OH$, সাধারণ তাপাংকে কার্যকর। ইহার বিক্রিয়া দ্রুততর এবং উৎপন্ন সালফোনিক অ্যাসিডের শোধন সহজতর; কিন্তু ইহা দামী। এই বিক্রিয়ার নাম সালফোনেশন; ইহা উভয়-মুখী। উৎপন্ন জল সঙ্গে সঙ্গে অপসারিত করিলে বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটে; বেনজিন ও জল অ্যাজিওট্রোপরূপে নিস্ক্রান্ত হয়।



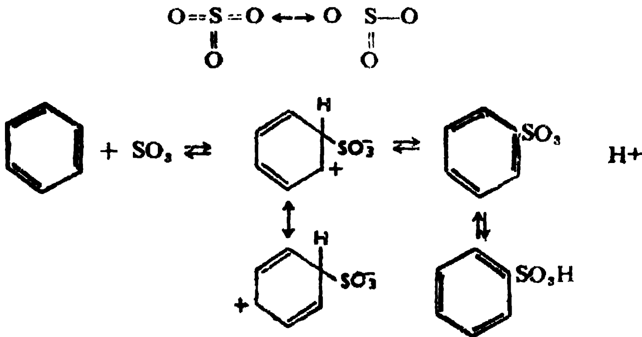
$$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_6H_5SO_3H + H_2O$$

বেনজিন বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড





বেনজিন ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ার গতিপথ অনিশ্চিত; অনেকে মনে করেন সালফার ট্রাইঅক্সাইড, SO_3, (ইহা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডে ও ধূমায়মান অ্যাসিডে আছে) ইহাতে মুখ্য ভূমিকা গ্রহণ করে।

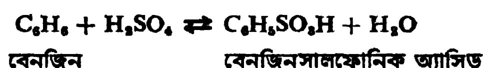


কেহ কেহ বলেন SO_3H^+ আয়ন (SO_3 নয়) এই বিক্রিয়ায় প্রধান অংশ গ্রহণ করে: $2H_2SO_4 \rightleftharpoons H_2O + SO_3H^+ + HSO_4^-$

ইলেকট্রন-আকর্ষী সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রনের ঘাটতি ঘটায়; দ্বিতীয় $-SO_3H$ গ্রুপ কেবল প্রবল পরিবেশে বলয়ে প্রবেশ-অধিকার পায়। বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ও ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড 85° তাপাংকে বেনজিন-মেটা-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। ইহাকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডসহ 175° তাপাংকে মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে গরম করিলে বেনজিন-1,3,5-ট্রাইসালফোনিক অ্যাসিড মিলে:

বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড, $C_6H_5SO_3H$: কাঁচ কূপীতে বেনজিন (30 cc) লইয়া তাহাতে অতি ধীরে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড (50 cc) মিশানো হয়। মাঝে মাঝে ঝাঁকানো ও ঠাণ্ডা জলে ডুবানো দরকার; 50°-র ঊর্ধ্বে বেনজিন-মেটা-ডাই-সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। পনের মিনিটে বেনজিন সালফিউরিক অ্যাসিডে মিশিয়া যায়। শীতল মিশ্রণ নুন-জলে (60 g খাদ্য-লবণ+200 cc জল) ঢালিলে সাদা সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। পরিস্রুত লবণ গাঢ় নুন-জল দিয়া ধুইলে অ্যাসিড-মুক্ত হয়। শোধিত অ্যালকোহল হইতে কেলাসিত করিলে নুন-মুক্ত সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট মিলে। সোডিয়াম লবণকে ক্যালশিয়াম লবণে (ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করিয়া) রূপান্তরিত করিয়া তাহাকে হিসাব মত লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা বিয়োজিত করিলে মুক্ত বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়। ইহা

অতিশয় জলাকর্ষী এবং জলে অতি দ্রবণীয়। কাজেই ইহাকে কেলাসিত করা কঠিন। অ্যাসিডের গাঢ় জলীয় দ্রবণ শীতল করিলে অতি ধীরে স্ফটিক দেখা দেয়।



$$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_6H_5SO_3H + H_2O$$

বেনজিন বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড



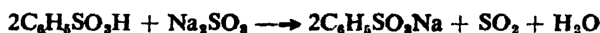
$$C_6H_5SO_3H + NaCl \rightleftharpoons C_6H_5\text{-}SO_3\text{-}Na + HCl$$

সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট

শিল্পের পদ্ধতি ধারাবাহিক (continuous); সাধারণ বায়ু চাপে 140° তাপাংকে বেনজিন ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড অবিরাম ধারায় বিক্রিয়া পাত্রে মিলিত হয়। অবিকৃত সালফিউরিক অ্যাসিড ও বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড উপরে ভাসিতে থাকে। এই মিশ্রণ একটি নল বাহিয়া নিচে নামিবার পথে উর্ধ্বগামী বাষ্পীয় বেনজিনের সম্মুখীন হয়। তখন আরও বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। নিচের পাত্রে বেনজিন-সালফোনিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড (4%) এবং সালফোন, $C_6H_5\text{-}SO_2\text{-}C_6H_5$, (3%) জমিতে থাকে। জল ও বেনজিন উপরে উঠিয়া কনডেনসারে চলিয়া যায়। এই বেনজিন পুনরায় বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। মোট সময় লাগে দেড় ঘণ্টা। সোডিয়াম সালফাইট দ্বারা প্রশমিত করিয়া সোডিয়াম লবণ পাওয়া যায়। ইহার অতি গাঢ় জলীয় দ্রবণ হইতে শিল্পে ফিনল তৈয়ার হয়।



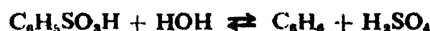
$$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightleftharpoons C_6H_5SO_3H + H_2O$$



$$2C_6H_5SO_3H + Na_2SO_3 \longrightarrow 2C_6H_5SO_3Na + SO_2 + H_2O$$

ধর্ম: $1\frac{1}{2}$ অণু স্ফটিক-জলযুক্ত বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের প্লেট বর্ণহীন (গলনাংক 44°; নির্জল অ্যাসিডের গলনাংক 66°). বায়ু হইতে জল দ্রুত বিশোষণ করিয়া ইহা সিরাপে পরিণত হয়। বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড অ্যালকোহলে দ্রবণীয়, বেনজিনে সামান্য দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। ইহার স্বাদ টক। ইহা অতি নিম্ন চাপে পাতন করিলে বিয়োজিত হয় না। অ্যাসিডের বেরিয়াম ও ক্যালশিয়াম লবণ জলে দ্রবণীয়।

I. সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপের বিক্রিয়া: (১) **আর্দ্র-বিশ্লেষ:** 150°-তে চাপ-পিষ্ট লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডকে বেনজিনে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



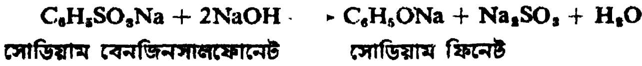
$$C_6H_5SO_3H + HOH \rightleftharpoons C_6H_6 + H_2SO_4$$

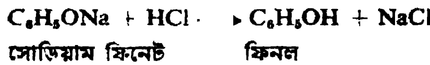
বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড বেনজিন

সালফিউরিক অ্যাসিড অ্যালকেনকে সরাসরি অ্যালকেনসালফোনিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে না। অ্যালকেন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন (বা অন্য কোন অ্যারোমেটিক যৌগ) মিশ্রিত থাকিলে সালফোনেশন দ্বারা অ্যালকেনকে পৃথক করা যায়। অ্যারোমেটিক সাল-ফোনিক অ্যাসিড অনুদ্বায়ী; সালফোনেশনের পর পাতনে অ্যালকেন চলিয়া যায়। অঃ, মেঃ ও প্যাঃ জাইলিনের মিশ্রণ হইতে প্যাঃ জাইলিন (গলনাংক 13°) শীতল করিয়া

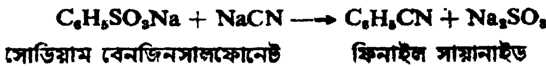
কঠিন আকারে পৃথক করিবার পর 60°-তে সালফোনেশন করিলে মেঃ জাইলিন সালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে কিন্তু অঃ জাইলিন তাহা করে না। পাতনে অঃ জাইলিন অপসারিত হয়।

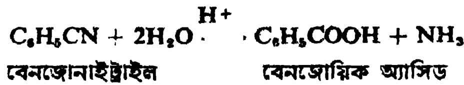
(২) **হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট ও অত্যধিক কস্টিক সোডা 350°-তে সোডিয়াম ফিনেট গঠন করে। অতিরিক্ত অ্যাসিড ফিনেট হইতে ফিনলকে বিমুক্ত করে। শিল্পে এই পদ্ধতিতে ফিনল তৈয়ার হয়। ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডায় বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ফিনলে পরিণত হয় না।



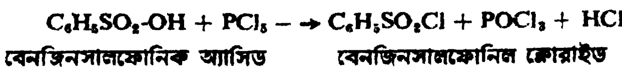


(৩) **সায়ানো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট এবং সোডিয়াম সায়ানাইড গলাইলে ফিনাইল সায়ানাইড বা বেনজোনাইট্রাইল উৎপন্ন হয়। আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা বেনজোয়িক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয়। বেনজিন বলয়ে এই উপায়ে কার্বক্সিল গ্রুপ ঢুকানো চলে।

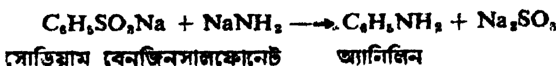




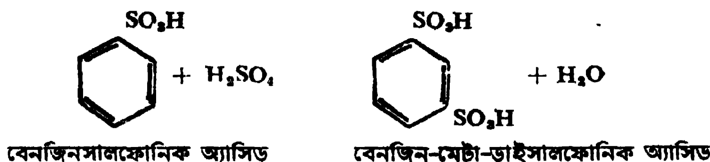
(৪) **অ্যাসিড ক্লোরাইড গঠন:** ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড 200°-তে বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া বেনজিনসালফোনিল ক্লোরাইড গঠন করে। বেনজিন ও অতিরিক্ত ক্লোরোসালফোনিক অ্যাসিড হইতে সাধারণ তাপাংকে সরাসরি বেনজিনসালফোনিল ক্লোরাইড পাওয়া যায় (৩৮৯ পৃঃ)। বেনজিনসালফোনিল ক্লোরাইড তৈলাকৃতি, বর্ণহীন তরল। অ্যামোনিয়া ইহাকে বেনজিনসালফোন্যামাইডে রূপান্তরিত করে কিন্তু আর্দ্র-বিশ্লেষে ইহা বিয়োজিত হয় না। সালফা ড্রাগ সালফোন্যামাইড শ্রেণীর যৌগ।



(৫) **অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট ও সোড্যামাইড গলাইলে অ্যানিলিন মিলে; অ্যানিলিন অবশ্য অনেক সস্তায় নাইট্রোবেনজিন বা ক্লোরোবেনজিন হইতে প্রস্তুত হয়।

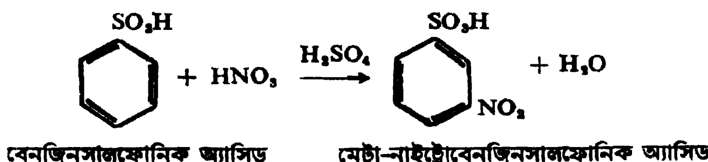


II. বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া: (১) **সালফোনেশন:** বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ও ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড সাত ঘণ্টায় 85°-তে বেনজিন-মেটা-ডাই-সালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। শিল্পে ইহাকে কঠিন কস্টিক সোডাসহ গলাইয়া রেসরসিনল তৈয়ার হয়।



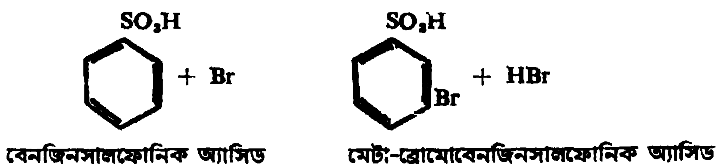
বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড — বেনজিন-মেটা-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড

(২) **নাইট্রেশন:** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বেনজিনসাল-ফোনিক অ্যাসিডকে প্রধানতঃ মেটা-নাইট্রোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করে। সঙ্গে সামান্য অঃ ও প্যাঃ যৌগ উৎপন্ন হয়।



বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড — মেটা-নাইট্রোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড

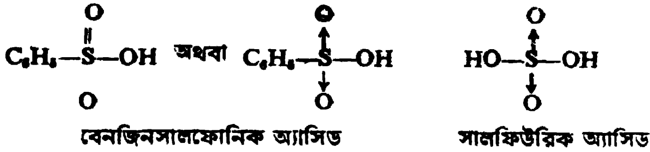
(৩) **হ্যালোজেনেশন:** বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড ও ব্রোমিন দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে গরম করিলে মেঃ ব্রোমোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড — মেটা-ব্রোমোবেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড

ব্যবহার: বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিড প্রধানতঃ ফিনল ও কৃত্রিম পরিষ্কারক (synthetic detergents) প্রস্তুত করিতে ব্যবহৃত হয়।

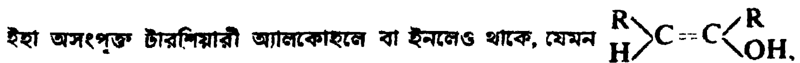
আণবিক গঠন: (i) বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের আণবিক সংকেত $C_6H_6SO_3$. (ii) ইহাতে একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ আছে কারণ ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড ও বেনজিনসালফোনিল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। (iii) জিংক চূর্ণ ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে ফিনাইল মারক্যাপটানে, C_6H_5-SH, বিজারিত করে। সুতরাং সালফার সরাসরি বেনজিন বলয়ের সহিত যুক্ত। (iv) বেন-জিনসালফোনিক অ্যাসিড হইতে ফিনল, C_6H_5-OH, ও অ্যানিলিনের, C_6H_5-NH_2, উৎপত্তি ইহাতে বেনজিন বলয় সূচিত করে। অতএব ইহার আণবিক গঠন হওয়া উচিত:



ফিনল: ইহাদের বেনজিন বলয়ের সহিত এক বা অধিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ সরাসরি যুক্ত; সাধারণ আণবিক সংকেত Ar-OH. সরলতম আণবিক গঠনের ফিনল হাইড্রক্সিবেনজিন, C_6H_5-OH; ইহার সংক্ষিপ্ত জনপ্রিয় নাম ফিনল (*phene*, বেনজিন: *ol*, হাইড্রক্সিল গ্রুপের অস্তিত্ব-সূচক, যথা ইথানল)। হাইড্রক্সিল গ্রুপের সংখ্যা অনুসারে ইহারা মনো-, ডাই- বা ট্রাই-হাইড্রক্সি; দৃষ্টান্ত: যথাক্রমে ফিনল, C_6H_5OH, ক্যাটিচল, HO-C_6H_4-OH, এবং ফ্লোরোগ্লুসিনল, $C_6H_3(OH)_3$. পার্শ্ব-শৃংখলে হাইড্রক্সিল গ্রুপ থাকিলে. তাহা হয় অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল, যেমন বেনজাইল অ্যালকোহল, C_6H_5-CH_2-OH

নামকরণ: ইহাদের বিজ্ঞানভিত্তিক নাম অপেক্ষা সাধারণ নাম অধিকতর জনপ্রিয়; হাইড্রক্সিবেনজিনকে আমরা ফিনল বলি, হাইড্রক্সিটলুইনকে ক্রিসল, ডাইহাইড্রক্সিবেনজিনকে (অঃ, মেঃ ও প্যাঃ) যথাক্রমে ক্যাটিচল, রেসরসিনল ও কুইনল এবং 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফিনলকে বলি পিকরিক অ্যাসিড। প্রতিস্থাপিত ফিনলের নামকরণ হইয়াছে মূল ফিনলের যৌগরূপে, যথা: প্যাঃ নাইট্রোফিনল, O_2N-C_6H_4-OH, 2,4,6-ট্রাইব্রোমোফিনল, $C_6H_2Br_3$-OH, ইত্যাদি। কিন্তু হাইড্রক্সিল গ্রুপ যে অণুতে প্রধান সক্রিয় গ্রুপ (functional group) নয়, তাহাকে হাইড্রক্সি-যৌগ বলা হয়, দৃষ্টান্ত: প্যাঃ হাইড্রক্সিবেনজোয়িক অ্যাসিড, HO-C_6H_4-COOH, এবং অঃ হাইড্রক্সিবেনজ্যালডিহাইড, HO-C_6H_4-CHO.

ফিনল আম্লিক কেন? ফিনলের অপর নাম কার্বলিক অ্যাসিড (*carbo*, কয়লা; *oleum*, তৈল; আদি উৎস আলকাতরা); আমরা বীজাণু-নাশক কার্বলিক সাবান ব্যবহার করি। প্রথম অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহলের, R-OH, সহিত ইহার গঠনগত সাদৃশ্য হইতে এই প্রশ্ন স্বভাবতঃই মনে জাগে। ফিনলের গঠনে >C-OH গ্রুপ আছে; ইহা অসংপৃক্ত টারশিয়ারী অ্যালকোহলে বা ইনলেও থাকে, যেমন



এবং অ্যাসিটোঅ্যাসিটিক এস্টারে এই হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেনও আম্লিক। ইথানলের অম্লত্ব অতি সামান্য ($K_a = 7.3 \times 10^{-20}$), তবু সোডিয়ামের সহিত ইহা সোডিয়াম ইথোক্সাইড গঠন করে যাহাকে জল দ্রুত আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



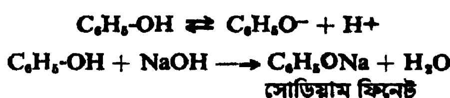
$$2C_2H_5OH + 2Na \longrightarrow 2C_2H_5\text{-}O\text{-}Na + H_2$$

সোডিয়াম ইথোক্সাইড

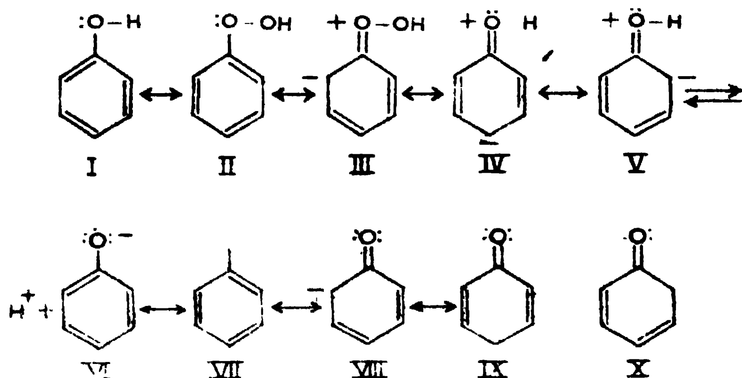


$$C_2H_5O^-Na^+ + HOH \longrightarrow C_2H_5\text{-}OH + Na^+OH^-$$

পক্ষান্তরে ফিনল ইথানল অপেক্ষা তীব্রতর অম্ল ($K_a = 1.3 \times 10^{-10}$), জলীয় কস্টিক সোডার সহিত ইহা সোডিয়াম ফিনেট (লবণ) গঠন করে।



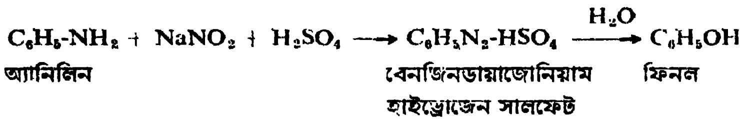
ফিনলের একাধিক সংস্পন্দনশীল গঠন ইহাকে বেনজিন অপেক্ষা অধিকতর স্থিতিশীল করিয়াছে; ইহার সংস্পন্দন শক্তি (resonance enegry) 40 kcal/mole, বেনজিনের 36 kcal/mole. ফিনল হইতে হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রোটনরূপে বিচ্ছিন্ন হইলে ফিনোক্সাইড আয়নও একাধিক সংস্পন্দনশীল গঠন দ্বারা স্থিতিশীলতা লাভ করে। এবং এই স্থিতিশীলতা ফিনল অণু অপেক্ষা অধিকতর কারণ এই সকল গঠনে π ইলেক-ট্রনের অসম বন্টন নাই; ফলে পজিটিভ ও নিগেটিভ চার্জের পৃথক অস্তিত্বও নাই। ইহারা সকলেই নিগেটিভ চার্জ বহন করে (vi-x)।



এই স্থিতিশীলতার জন্য ফিনোক্সাইড আয়ন সহজেই গঠিত হয়, এবং বিচ্ছিন্ন প্রোটনের সহিত ইহার পুনর্মিলনের প্রবণতা হ্রাস পায়। তাই দ্রবণে ইহার অস্তিত্ব সহজ হয়। বিচ্ছিন্ন প্রোটনের স্বাধীন সত্ত্বা আম্লিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণে সহায়ক হয়। ইথানলে সংস্পন্দনশীল গঠন সম্ভব নয়; ইহার ইথোক্সাইড আয়ন, $C_2H_5O^-$ জলীয় দ্রবণে সহজে গঠিত হয় না এবং গঠিত হইলেও স্থিতিশীলতা পায় না। অতএব ইথানল ফিনলের চেয়ে অতি মৃদুতর অম্ল। ফিনলের সংস্পন্দনশীল গঠনের প্রধান প্রমাণ ইহার C—O বন্ধন দৈর্ঘ (1.36 Å) একবন্ধ ও দ্বিবন্ধের মাঝামাঝি (C – O ইথানলে 1.43 Å এবং C – O অ্যাসিটোনে 1.20 Å). ইলেকট্রন-আকর্ষী নাইট্রো গ্রুপ ফিনলের অম্লত্ব বৃদ্ধি করে; প্যাঃ নাইট্রোফিনল, $O_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, ($K_a = 7.2 \times 10^{-8}$) ফিনল ($K_a = 1.3 \times 10^{-10}$) অপেক্ষা প্রায় 550 গুণ তীব্রতর অম্ল। পক্ষান্তরে ইলেকট্রন-বিকর্ষী মিথাইল গ্রুপ ইহার অম্লতা হ্রাস করে; অঃ ক্রিসল ($K_a = 6.3 \times 10^{-11}$) ফিনলের তুলনায় মৃদুতর অম্ল।

।, কার্বলিক অ্যাসিড, C_6H_5OH, আলকাতরার মিডল অয়েল অংশে আছে; ফনাইল হাইড্রোজেন সালফেট আমাদের মূত্রে থাকে। একদা বাণিজ্যিক ফিনলের একমাত্র উৎস ছিল আলকাতরা; এখন বাজারের প্রায় 97% ফিনল কৃত্রিম synthetic)।

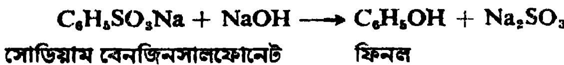
স্তুত প্রণালী : (১) বেনজিনডায়াজোনিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট হইতে : সহজলভ্য ফনল কদাচিৎ পরীক্ষাগারে প্রস্তুত হয়। অ্যানিলিনের (24 g) সালফিউরিক অ্যাসিড 28 cc গাঢ় অ্যাসিড+350 cc জল) দ্রবণে ধীরে ধীরে জলীয় সোডিয়াম নাইট্রাইট 20 g+50 cc জল) অনধিক 5° তাপাংকে মিশানো হয়। উৎপন্ন বেনজিনডায়াজোনিয়াম জেন সালফেটের দ্রবণ 60°-তে জল-গাহে আধ ঘণ্টা গরম করিলে ফিনল গঠিত এবং নাইট্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়। স্টীম পাতনে ফিনল উদ্ধার, ইথার দ্বারা নিষ্কাশন, নির্জল সোডিয়াম সালফেট দ্বারা তাহা জল-শূন্য ও অবশেষে জল-গাহ হইতে ইথার অপসারিত করিয়া ফিনল পাওয়া যায়।



$$C_6H_5\text{-}NH_2 + NaNO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow C_6H_5N_2\text{-}HSO_4 \xrightarrow{H_2O} C_6H_5OH$$

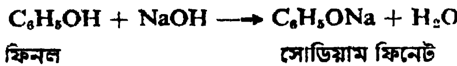
অ্যানিলিন — বেনজিনডায়াজোনিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট — ফিনল

২) **সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট হইতে :** নিকেল (কিংবা প্ল্যাটিনাম) পাত্রে সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট ও অতিরিক্ত কস্টিক সোডা 320°-350° তাপাংকে এক ঘণ্টায় সোডিয়াম ফিনেট গঠন করে। শীতল জলীয় দ্রবণ হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফিনলকে তৈলের আকারে বিমুক্ত করে। ইথার দ্বারা নিষ্কাশন ও ইথার অপসারণ করিলে ফিনল মিলে।



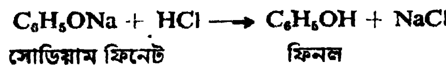
$$C_6H_5SO_3Na + NaOH \longrightarrow C_6H_5OH + Na_2SO_3$$

সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট — ফিনল



$$C_6H_5OH + NaOH \longrightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

ফিনল — সোডিয়াম ফিনেট



$$C_6H_5ONa + HCl \longrightarrow C_6H_5OH + NaCl$$

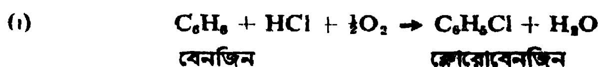
সোডিয়াম ফিনেট — ফিনল

শিল্পে ঢালাই লোহার পাত্রে সোডিয়াম বেনজিনসালফোনেট (1 অণু) ও 80% কস্টিক সোডা (3 অণু) 325°-350°-তে 5-6 ঘণ্টা রাখা হয়। শীতল জলীয় দ্রবণে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে বিমুক্ত ফিনল ভাসিয়া উঠে। নিম্ন চাপে পাতন করিয়া ইহা শোধিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ বেনজিনের 90%.

৩) **আলকাতরা হইতে :** আলকাতরার মিডল অয়েল অংশের 25-40% কার্বলিক অ্যাসিড ও অন্যান্য ফিনল। ইহা হইতে সেন্ট্রিফিউজে ন্যাপথালিন অপসারিত এবং

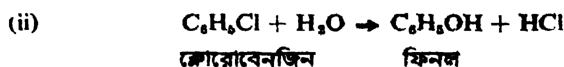
পিরিডিন প্রভৃতি ক্ষার লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা নিষ্কাশিত করিয়া 10% সোডায় দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস চালিত করিলে (কিং অতিরিক্ত সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইলে) ফিনল মুক্ত হয়। আংশিক পাতনে 180 182° তাপাংকের অংশ প্রায় বিশুদ্ধ কার্বলিক অ্যাসিড। শীতল করিলে ফিনলের বর্ণহী স্ফটিক পাওয়া যায়। 1 টন কয়লা হইতে প্রায় 1.5 পাউণ্ড ফিনল মিলে।

(8) **বেনজিন হইতে: র‍্যাসিগ পদ্ধতি** (Raschig method): 230° তাপাংে স্বাভাবিক চাপে বায়ু, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং বাষ্পীয় বেনজিন কিউপ্রিক ক্লোরাই ও ফেরিক ক্লোরাইডের (অ্যালুমিনার উপর বিস্তৃত) উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করিয়া ক্লোরে বেনজিন উৎপন্ন হয়। বায়ুর অক্সিজেন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডকে ক্লোরিনে জারি করে; ক্লোরিন ও বেনজিন ক্লোরোবেনজিন গঠন করে। আংশিক পাতনে ইহা পৃথক ক হয়। 425° তাপাংকে সিলিকা অনুঘটকের উপস্থিতিতে স্টীম দ্বারা ক্লোরোবেনজিনে আর্দ্র-বিশ্লেষে ফিনল উৎপন্ন হয়। অনুপ্রেষ পাতনে (vacuum distillation) ফিন শোধিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ বেনজিনের 85%. দ্বিতীয় ধাপে উৎপন্ন হা ড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পরবর্তী প্রথম ধাপে বেনজিনকে ক্লোরোবেনজিনে রূপান্তরি করে। কার্যতঃ বায়ুর অক্সিজেন বেনজিনকে ফিনলে জারিত করে। ফিনলের বিশুদ্ধ প্রায় 100%.



(i) $C_6H_6 + HCl + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_6H_5Cl + H_2O$

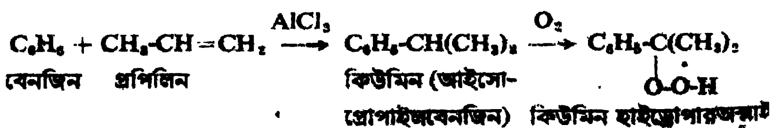
বেনজিন ক্লোরোবেনজিন



(ii) $C_6H_5Cl + H_2O \rightarrow C_6H_5OH + HCl$

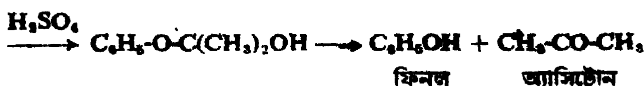
ক্লোরোবেনজিন ফিনল

(৫) **কিউমিন পদ্ধতি:** পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের প্রপিলিন ও বেনজিন নির্জ অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে আইসোপ্রোপাইলবেনজিন বা কিউমিন গঠন করে দ্বিতীয় ধাপে 110°-তে চাপ-পিষ্ট বায়ু কোবাল্ট অথবা ম্যাঙ্গানিজ লবণের উপস্থিতি কিউমিনকে কিউমিন হাইড্রোপারঅক্সাইডে জারিত করে। শেষ ধাপে 60° তাপাংে 5-10% সালফিউরিক অ্যাসিড এই পারঅক্সাইডকে ফিনল ও অ্যাসিটোনে বিয়োজি করে। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ প্রায় 85% উপজাত দ্রব্য অ্যাসিটোন (30%); ইহার বাণিজ্যিক চাহিদা প্রচুর।



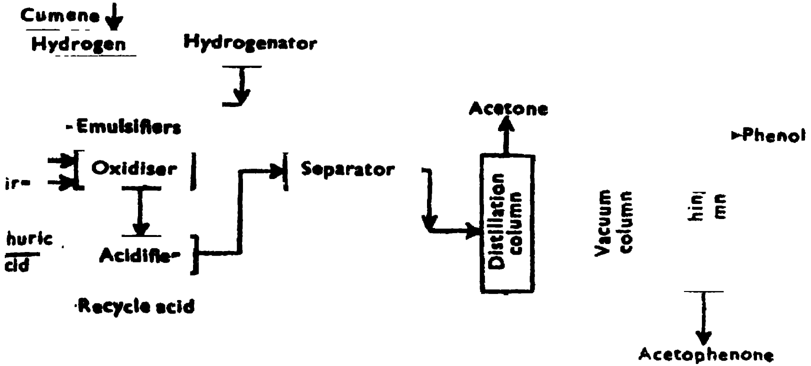
$$C_6H_6 + CH_3\text{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CH(CH_3)_2 \xrightarrow{O_2} C_6H_5\text{-}C(CH_3)_2\text{-}O\text{-}O\text{-}H$$

বেনজিন প্রপিলিন কিউমিন (আইসোপ্রোপাইলবেনজিন) কিউমিন হাইড্রোপারঅক্সাইড



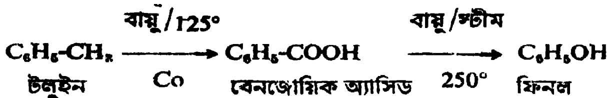
$$\xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5\text{-}O\text{-}C(CH_3)_2OH \longrightarrow C_6H_5OH + CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$$

ফিনল অ্যাসিটোন



৩০নং চিত্র। ফিনল প্রস্তুতি, শিল্পে।

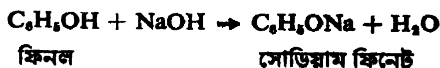
৩) **টলুইন হইতে :** দ্বিগুণ বায়ু চাপে 125°-তে বাষ্পীয় টলুইন ও বায়ু কোবাল্ট অনুঘটকের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে বেনজোয়িক অ্যাসিড পাওয়া যায়। বায়ু, স্টীম এবং বেনজোয়িক অ্যাসিড 250°-তে কপার ও ম্যাগনেশিয়াম অনুঘটকের উপর দিয়া চালিত করিলে ফিনল তৈয়ার হয়। টলুইন বেনজিনের তুলনায় শস্তা।



$$\underset{\text{টলুইন}}{C_6H_5\text{-}CH_3} \xrightarrow[\text{Co}]{\text{বায়ু}/125^\circ} \underset{\text{বেনজোয়িক অ্যাসিড}}{C_6H_5\text{-}COOH} \xrightarrow[250^\circ]{\text{বায়ু}/\text{স্টীম}} \underset{\text{ফিনল}}{C_6H_5OH}$$

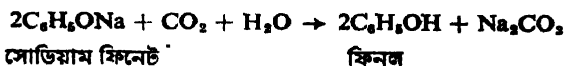
ধর্ম : সদ্য-প্রস্তুত ফিনলের স্ফটিক (গলনাংক 42°) বর্ণহীন কিন্তু বায়ু ও আলোর সংস্পর্শে ইহা ধীরে ধীরে ফেঁকাশে লাল হয়। ইহার গন্ধ তীব্র এবং বৈশিষ্ট্য-সূচক। ফিনল বিষাক্ত ও ত্বক-ক্ষয়ী ; গায়ে লাগিলে যন্ত্রনাদায়ক ফোস্কা পড়ে। ইহা জলাকর্ষী এবং 20°-তে 1 ভাগ ফিনল 15 ভাগ জলে দ্রবণীয়। কিন্তু 68° অপেক্ষা উচ্চতর তাপাংকে ইহারা সকল অনুপাতে মিশে। ফিনল সাধারণ জৈব দ্রাবক যথা অ্যালকোহল, ঈথার, অ্যাসিটোন, অ্যাসিটিক অ্যাসিড, বেনজিন ইত্যাদিতে সহজে দ্রবণীয়। ইহা জীবাণু-নাশ; বিভিন্ন আকারে (সাবান, লোশন, ফিনাইল ইত্যাদি) এই উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়। প্রশমিত ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে ফিনলের জলীয় দ্রবণ যোগ করিলে ইহা গাঢ় বেগুনী দেখায়।

হাইড্রক্সিল-গ্রুপ-ঘটিত বিক্রিয়া : (১) **লবণ গঠন :** ফিনলের জলীয় দ্রবণ অতি মৃদু অম্ল (লিটমাসের রং-এর কোন পরিবর্তন ঘটায় না)। ইহা জলীয় কস্টিক সোডার সহিত সোডিয়াম ফিনোক্সাইড বা ফিনেট গঠন করে। কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস জলীয় দ্রবণে চালিত করিলে এই লবণ ফিনলে বিয়োজিত হয়।



$$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

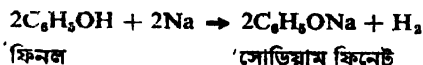
ফিনল সোডিয়াম ফিনেট



$$2C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \rightarrow 2C_6H_5OH + Na_2CO_3$$

সোডিয়াম ফিনেট ফিনল

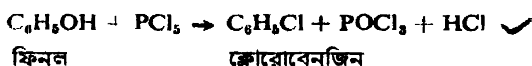
ইথার দ্রবণে ফিনল ও ধাতব সোডিয়াম সোডিয়াম ফিনেট ও হাইড্রোজেন উৎপাদন ক (এই বিক্রিয়া অ্যালকোহলের অনুরূপ, পৃঃ ১০৫)।



$$2C_6H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_6H_5ONa + H_2$$

ফিনল সোডিয়াম ফিনেট

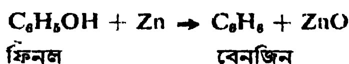
(২) **ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপন:** সাধারণ তাপাংকে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ও ফিন প্রধানতঃ ট্রাইফিনাইল ফসফেট, $(C_6H_5)_3PO_4$, এবং সামান্য ক্লোরোবেনজিন গঠ করে। ফিনল ও হাইড্রোক্লোরিক (হাইড্রোব্রোমিক অথবা হাইড্রাইয়োডিক) অ্যাসিডে বিক্রিয়ায় ক্লোরোবেনজিন (ব্রোমো- বা আইয়োডো-বেনজিন) মিলে না।



$$C_6H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

ফিনল ক্লোরোবেনজিন

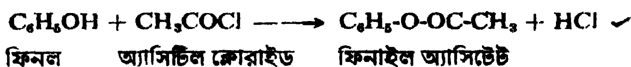
(৩) **বিজারণ:** জিংক কণার উপর দিয়া 400°-তে বাষ্পীয় ফিনল প্রবাহিত করিলে ইহা বেনজিনে বিজারিত হয়।



$$C_6H_5OH + Zn \rightarrow C_6H_6 + ZnO$$

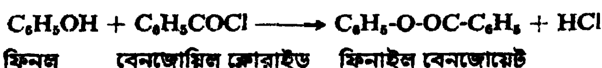
ফিনল বেনজিন

(৪) **অ্যাসিটিলেশন ও বেনজোয়িলেশন:** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড সাধারণ তাপাংকে এবং অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড উত্তাপ প্রয়োগে ফিনাইল অ্যাসিটেট গঠন করে। অনুরূপ ভাবে বেনজোয়িল ক্লোরাইড অথবা বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড হইতে অতিরিক্ত জলীয় কস্টিক সোডার উপস্থিতিতে বিনা উত্তাপে ফিনাইল বেনজোয়েট পাওয়া যায়। ফিনল ও অ্যাসিটিক (বা বেনজোয়িক) অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ফিনাইল অ্যাসিটেট (বা বেনজোয়েট) মিলে না।



$$C_6H_5OH + CH_3COCl \longrightarrow C_6H_5\text{-O-OC-}CH_3 + HCl$$

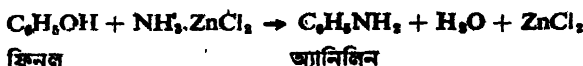
ফিনল অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ফিনাইল অ্যাসিটেট



$$C_6H_5OH + C_6H_5COCl \longrightarrow C_6H_5\text{-O-OC-}C_6H_5 + HCl$$

ফিনল বেনজোয়িল ক্লোরাইড ফিনাইল বেনজোয়েট

(৫) **অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** ফিনল ও জিংক ক্লোরাইড-অ্যামোনিয়া (যুগ্ম-যৌগ) চাপ-পিষ্ট অবস্থায় গরম করিলে অ্যানিলিন গঠিত হয়।

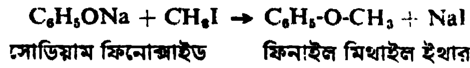


$$C_6H_5OH + NH_3.ZnCl_2 \rightarrow C_6H_5NH_2 + H_2O + ZnCl_2$$

ফিনল অ্যানিলিন

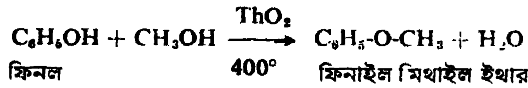
(৬) **ইথার গঠন:** সোডিয়াম ফিনোক্সাইড ও অ্যালকোহলীয় মিথাইল আইয়োডাইড

ফুটাইলে ফিনাইল মিথাইল ইথার বা অ্যানিসোল উৎপন্ন হয় (উইলিয়ামসন পদ্ধতি)। মিথাইল অ্যালকোহল ও বাষ্পীয় ফিনল 400° তাপাংকে নিরুদক অনুঘটকের (যথা থোরিয়া, ThO_2) উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া শিল্পে অ্যানিসোল তৈয়ার হয়। ইহা সুগন্ধি এবং দ্রাবক।



$$C_6H_5ONa + CH_3I \rightarrow C_6H_5\text{-}O\text{-}CH_3 + NaI$$

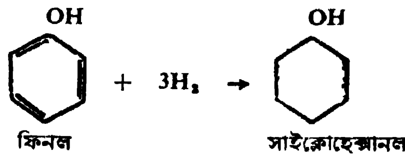
সোডিয়াম ফিনোক্সাইড ফিনাইল মিথাইল ইথার



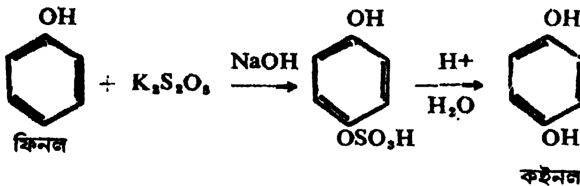
$$C_6H_5OH + CH_3OH \xrightarrow[400^\circ]{ThO_2} C_6H_5\text{-}O\text{-}CH_3 + H_2O$$

ফিনল ফিনাইল মিথাইল ইথার

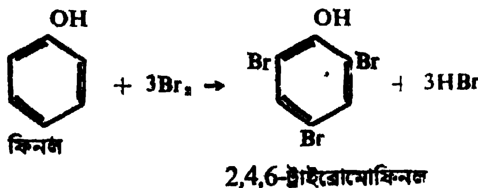
II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া:** (১) **হাইড্রোজেন সংযোজন:** সূক্ষ্ম নিকেল কণার উপর দিয়া 160°-তে 100 গুণ বায়ু চাপে হাইড্রোজেন ও বাষ্পীয় ফিনল প্রবাহিত করিয়া শিল্পে সাইক্লোহেক্সানল তৈয়ার হয়। ইহা নাইলনের অন্যতম উপাদান অ্যাডিপিক অ্যাসিডে জারিত হয়।



(২) **জারণ:** ফিনল সক্রিয়; ইহা সহজে জারিত হয়। পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহার বেনজিন বলয় বিনষ্ট করে। ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারসালফেট অনধিক 20°-তে ফিনলকে প্যাঃ ডাইহাইড্রক্সিবেনজিন বা কুইনলে জারিত করে।



(৩) **হ্যালোজেনেশন:** হাইড্রক্সিল গ্রুপ বেনজিন বলয়কে সক্রিয় করে; বেনজিন-বলয় অপেক্ষা ফিনল-বলয়ের হাইড্রোজেনকে ক্লোরিন বা ব্রোমিন দ্রুততর গতিতে প্রতিস্থাপিত করে। জলীয় ফিনলের সহিত ব্রোমিন মিশানোমাত্র 2,4,6-ট্রাইব্রোমোফিনল অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই বিক্রিয়া মাত্রিক, অতি দ্রুত এবং ফিনলের পরিমাণ নিরূপণে ব্যবহৃত হয়।



নির্জল দ্রাবকে (কার্বন টেট্রাক্লোরাইড অথবা কার্বন ডাইসালফাইড) ফিনলের সহিত হিসাব মত ক্লোরিন বা ব্রোমিন মিশাইলে অনুঘটক ছাড়াই সমপরিমাণ অঃ ক্লোরো- (বা ব্রোমো-) এবং প্যাঃ ক্লোরো- (বা ব্রোমো-) ফিনল গঠিত হয়। তরল আকার ফিনলের সহিত ক্লোরিন বা ব্রোমিনের বিক্রিয়াও অনুরূপ।

$$2\,C_6H_5OH + 2Cl_2 \rightarrow o\text{-}ClC_6H_4OH + p\text{-}ClC_6H_4OH + 2HCl$$

ফিনল → অঃ ক্লোরোফিনল + প্যাঃ ক্লোরোফিনল

(৪) **সালফোনেশন:** সাধারণ তাপাংকে ফিনল ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড অঃ ও প্যাঃ ফিনলসালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে। প্যাঃ যৌগের পরিমাণ অধিকতর।

$$2\,C_6H_5OH + 2H_2SO_4 \rightarrow o\text{-}HO_3SC_6H_4OH + p\text{-}HO_3SC_6H_4OH + 2H_2O$$

ফিনল → অঃ ফিনলসালফোনিক অ্যাসিড + প্যাঃ ফিনলসালফোনিক অ্যাসিড

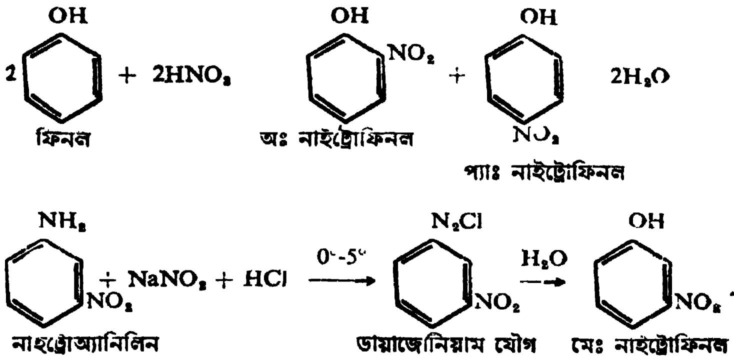
(৫) **কাপলিং বিক্রিয়া:** ডায়াজোনিয়াম লবণে ফিনলের ক্ষারীয় দ্রবণ মিশাইলে উজ্জ্বল অ্যাজো রঞ্জক উৎপন্ন হয়। অ্যারোমেটিক প্রাইমারী অ্যামিন (ডায়াজো-লবণে রূপান্তরিত করিয়া) এই ভাবে শনাক্ত করা চলে। জলীয় কস্টিক সোডা দ্রবণে ফিনলের সহিত বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড মিশানোর সঙ্গে সঙ্গে বাদামী প্যারা-হাইড্রক্সিঅ্যাজো-বেনজিন গঠিত হয়।

$$C_6H_5N_2Cl + H\text{-}C_6H_4OH \xrightarrow[-HCl]{NaOH} C_6H_5\text{-}N{=}N\text{-}C_6H_4OH$$

বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড + ফিনল → প্যাঃ হাইড্রক্সিঅ্যাজোবেনজিন

(৬) **নাইট্রেশন:** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ফিনলকে সরাসরি 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফিনল বা পিকারিক অ্যাসিডে পরিণত করে; কিন্তু জারণের ফলে উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও ফিনল 2,4-ডাইনাইট্রোফিনল গঠন করে; একই কারণে ইহার পরিমাণ সামান্য। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড সাধারণ তাপাংকে ফিনলকে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনলে রূপান্তরিত করে (অঃ যৌগ পরিমাণে অধিকতর)। অঃ নাইট্রোফিনল স্টীমে উদ্বায়ী কিন্তু প্যাঃ যৌগ তাহা নয়; স্টীম পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা চলে। পরোক্ষ ভাবে মেঃ নাইট্রোঅ্যানিলিন হইতে মেঃ নাইট্রো-

ফেনল প্রস্তুত হয়। ডায়াজো বিক্রিয়া ও ফুটন্ত জলে আর্দ্র-বিশ্লেষ দ্বারা মেঃ নাইট্রো-অ্যানিলিনের অ্যামিনো গ্রুপ হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

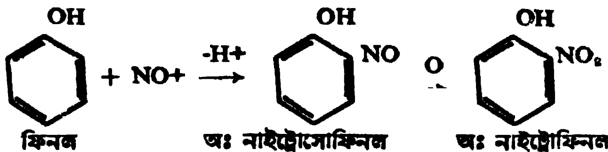


লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা ফিনলের নাইট্রেশনে নাইট্রোসোনিয়াম আয়ন, NO^+, সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে (যেমন নাইট্রোনিয়াম আয়ন, NO_2^+, করে বেনজিনের নাইট্রেশনে)। প্রথম ধাপে ফিনল নাইট্রিক অ্যাসিডকে নাইট্রাস অ্যাসিডে আংশিক বিজারিত করে। নাইট্রাস ও নাইট্রিক অ্যাসিড মিলিয়া NO^+ গঠন করে।



$$HNO_2 + 2HNO_3 \rightleftharpoons H_3O^+ + 2NO_3^- + NO^+$$

দ্বিতীয় ধাপে ফিনল ও NO^+ অঃ এবং প্যাঃ নাইট্রোসোফিনল উৎপাদন করে। নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাদিগকে শেষ ধাপে অনুরূপ নাইট্রোফিনলে অতি দ্রুত জারিত করে।



লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ও ফিনল হইতে নাইট্রোফিনল আদৌ পাওয়া যায় না যদি মিশ্রণে ইউরিয়া (ইহা নাইট্রাস অ্যাসিড বিনষ্ট করে) থাকে। এই গতিপথের ইহা অন্যতম প্রধান প্রমাণ। 0° তাপাংকে ফিনল, সোডিয়াম নাইট্রাইট ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (অর্থাৎ নাইট্রাস অ্যাসিড) প্যাঃ নাইট্রোসোফিনল গঠন করে। মধ্যবর্তী যৌগ গঠনের পক্ষে ইহা জোরাল প্রমাণ।

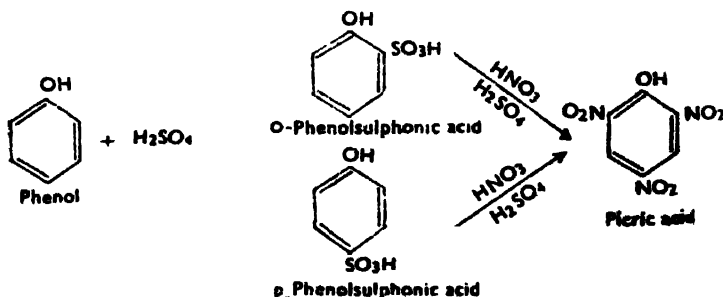
অঃ নাইট্রোফিনলের স্ফটিক হলুদ বর্ণের (গলনাংক 45°), জলে প্রায় অদ্রবণীয়, গন্ধ মৃদু। মেঃ ও প্যাঃ নাইট্রোফিনল (গলনাংক যথাক্রমে 96° এবং 114°) উভয়েই বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার। ফিনল অপেক্ষা ইহারা তীব্রতর অম্ল; লিটমাসের রং লাল এবং ধাতব কার্বনেট হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিমুক্ত করে। প্যাঃ নাইট্রোফিনলের ক্ষারীয়

দ্রবণ গাঢ় হলুদ; অম্ল-ক্ষার টাইট্রেশনে ইহা নির্দেশকের কাজ করে। অঃ নাইট্রো-ফিনলের গলনাংক সর্বনিম্ন, কারণ ইহার অণুতে হাইড্রক্সিল হাইড্রোজেন নাইট্রো গ্রুপের অক্সিজেনের সহিত হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে; অপর অণুর সহিত অনুরূপ বন্ধনে সংযোজিত হইতে পারে না। পক্ষান্তরে প্যাঃ ও মেঃ যৌগ একাধিক অণুর সহিত হাইড্রোজেন সেতুবন্ধ দ্বারা বৃহত্তর অণু গঠন করে (যাহার আণবিক ওজন অধিকতর এবং গলনাংক উচ্চতর)। নাইট্রোফিনল রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে লাগে। আলোকচিত্র মুদ্রণে ব্যবহৃত অ্যামিনোফিনল ইহাদের বিজারণে প্রস্তুত হয়।

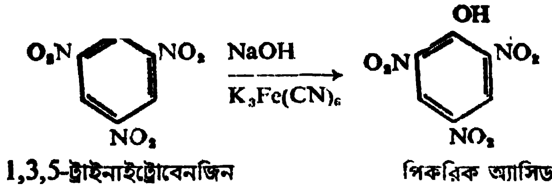
ফিনলের ব্যবহার: ব্যাকেলাইট (কৃত্রিম প্লাস্টিক) উৎপাদনে ফিনল প্রধানতঃ ব্যবহৃত হয়। নাইলনের উপাদান অ্যাডিপিক অ্যাসিড ফিনল হইতে তৈয়ার হয়। সাধারণ জীবাণু-নাশক বিষ হিসাবে ইহার ব্যবহার ব্যাপক। পেন্টাক্লোরোফিনল, C_6Cl_5OH, অতি শক্তিশালী ছত্রক-নাশক। পিকরিক অ্যাসিড, স্যালিসিলিক অ্যাসিড প্রভৃতি ফিনল হইতে প্রস্তুত হয়।

শনাক্তকরণ: (i) জলীয় ফিনলে প্রশমিত ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ যোগ করিলে তরল বেগুনী দেখায়। (ii) জলীয় ব্রোমিন ফিনলে মিশানোর সঙ্গে সঙ্গে সাদা ট্রাইব্রোমোফিনল অধঃক্ষিপ্ত হয়। (iii) টেস্ট-টিউবে ফিনল ও সোডিয়াম নাইট্রাইট ঈষৎ গরম করিয়া তাহাতে ফোঁটা ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও পরে জল মিশাইলে তরল লাল দেখায়; অতিরিক্ত কস্টিক সোডা মিশাইলে ইহা নীল হয়।

2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফিনল, পিকরিক অ্যাসিড, $C_6H_2(NO_2)_3OH$, ফিনল এবং গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয় না; নাইট্রিক অ্যাসিড ফিনলকে জারিত করে। অঃ ও প্যাঃ ফিনলসালফোনিক অ্যাসিডকে নাইট্রেশন করা হয়। উভয়েই পিকরিক অ্যাসিডে পরিণত হয় কারণ নাইট্রো গ্রুপ সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপকে স্থানচ্যুত করিয়া অঃ ও প্যাঃ স্থানে প্রবেশ করে।



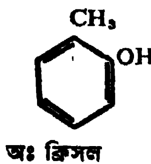
1,3,5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন ও ক্ষারীয় পটাশিয়াম ফেরিস্যায়ানাইড উত্তাপে পিকরিক অ্যাসিডে জারিত হয়।



1,3,5-ট্রাইনাইট্রোবেনজিন পিকরিক অ্যাসিড

ধর্ম: পিকরিক অ্যাসিডের পীতবর্ণ স্ফটিক (গলনাংক 122°) ঠাণ্ডা জলে সামান্য দ্রবণীয় কিন্তু গরম জলে মোটামুটি দ্রবণীয় এবং অ্যালকোহল ও বেনজিনে অতি দ্রবণীয়। ইহা তিক্ত (*pikros*, তিক্ত) ও বিষাক্ত। তিনটি নাইট্রো গ্রুপ ইহাকে কার্বলিক অ্যাসিড অপেক্ষা প্রায় 10^9 গুণ তীব্রতর অম্ল করিয়াছে ($K_a = 4.2 \times 10^{-1}$). ধাতব কার্বনেট হইতে ইহা কার্বন ডাইঅক্সাইড বিমুক্ত করে। অনেক যৌগের সহিত ইহা (1:1 আণবিক অনুপাতে) যুগ্ম-যৌগ গঠন করে যাহার স্ফটিকের গলনাংক সুনির্দিষ্ট। ইহারা শনাক্তকরণে সহায়ক। ন্যাপথালিন পিকরেট (গলনাংক 149°) পীতবর্ণ; অ্যানথ্রাসিন পিকরেট (গলনাংক 138°) রক্তিম। পিকরিক অ্যাসিড দ্বারা রঞ্জিত পশম ও রেশম বস্ত্রের রং অস্থায়ী। পিকরিক অ্যাসিড অপেক্ষা T.N.T. প্রবলতর বিস্ফোরক। পিকরিক অ্যাসিডের 1% জলীয়-অ্যালকোহলীয় দ্রবণ পোড়ার জ্বালা উপশম করে।

হাইড্রক্সিটলুইন, ক্রিসল, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, অঃ, মেঃ ও প্যাঃ, আলকাতরার ভারী তৈল অংশে (ক্রিয়োজোট অয়েলে) আছে। কাঠ সংরক্ষণে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহাদের গন্ধ ফিনলের মত; ফেরিক ক্লোরাইডের প্রশম দ্রবণে ইহারা নীল দেখায়। ফিনল অপেক্ষা ইহারা মৃদুতর অম্ল এবং জলে কম দ্রবণীয়। ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাদিগকে বিয়োজিত করে; হাইড্রক্সিবেনজোয়িক অ্যাসিডে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, জারিত করে না। জিংক চূর্ণসহ পাতনে ইহারা টলুইনে বিজারিত হয়। মিশ্রণের সহিত রজন সাবান মিশাইলে ইহারা অবদ্রব (emulsion) গঠন করে; ইহা জীবাণু-নাশকরূপে ফিনাইল নামে ব্যবহৃত হয়। রঞ্জক, আগাছা-নাশক বিষ, ও প্লাস্টিক নমনীয় করিবার পদার্থ (plasticiser) তৈয়ারীতে ক্রিসল দরকার।



অঃ ক্রিসল
গলনাংক 31°, স্ফুটনাংক 191°



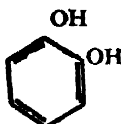
মেঃ ক্রিসল
গলনাংক 12°, স্ফুটনাংক 202°



OH
প্যাঃ ক্রিসল
গলনাংক 35°, স্ফুটনাংক 202°

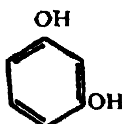
ডাইহাইড্রিক ফিনল, অঃ, মেঃ ও প্যাঃ, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, যথাক্রমে ক্যাটিচল, রেসরসিনল ও কুইনল নামে পরিচিত। ইহাদের প্রধান বৈশিষ্ট্য বিজারণ ক্ষমতা; ক্যাটিচল ও

রেসরসিনল সামান্য উত্তাপে বিজারিত করে। ইহারা জলে অতি দ্রবণীয়, এবং ফিনল অপেক্ষা কম বিষাক্ত (অতএব মৃদুতর জীবাণু-নাশক)। ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে ক্যাটিচল সবুজ, রেসরসিনল বেগুনী এবং কুইনল হলুদ বর্ণ ধারণ করে। শিল্পে ক্যাটিচল তৈয়ার হয় অঃ ক্লোরোফিনল, কস্টিক সোডা (20%) এবং সামান্য কপার সালফেট 190°-তে উত্তপ্ত করিয়া। পাতন করিলে ক্যাটিচল পাওয়া যায়। ইহার বর্ণহীন স্ফটিক বায়ুতে বাদামী হয়, উত্তাপে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। ইহা রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে, ফটোগ্রাফিতে ও জারণ-রোধক (antioxidant) রূপে ব্যবহৃত হইয়া থাকে। রেসরসিনল তৈয়ার করিতে বেনজিন-মেটা-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড ও কস্টিক সোডা 360°-তে গলানো হয়। অ্যামাইল অ্যালকোহল দ্বারা ইহা নিষ্কাশিত করা হয়। গুরুত্বপূর্ণ রঞ্জক উৎপাদনে ইহার প্রয়োজন। প্যাঃ বেনজোকুইনোন, $O{=}C_6H_4{=}O$, লৌহ ও স্টীম দ্বারা বিজারিত করিয়া কুইনল প্রস্তুত হয়। ইহা জারণ রোধ করে; ফটোগ্রাফিতেও ব্যবহৃত হয়।



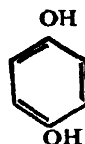
ক্যাটিচল

গলনাংক 104°, স্ফুটনাংক 245°



রেসরসিনল

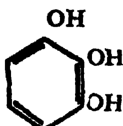
গলনাংক 110°, স্ফুটনাংক 281°



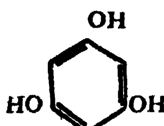
কুইনল

গলনাংক 170°, স্ফুটনাংক 286°

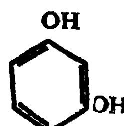
ট্রাইহাইড্রিক ফিনল, $C_6H_3(OH)_3$, 1,2,3-, 1,3,5- এবং 1,2,4-, যথাক্রমে পাইরোগ্যালল, ফ্লোরোগ্লুসিনল ও হাইড্রক্সিকুইনল। পাইরোগ্যালল হইতে রঞ্জক প্রস্তুত হয়; ইহা জীবাণু-নাশক এবং ফটোগ্রাফিতে ব্যবহৃত হয়। ইহার ক্ষারীয় দ্রবণ দ্রুত অক্সিজেন বিশোষণ করে। ইহা তীব্র বিজারক; লবণের জলীয় দ্রবণ হইতে ধাতব স্বর্ণ, রৌপ্য ও পারদ বিমুক্ত করে।



পাইরোগ্যালল, গলনাংক 133°



ফ্লোরোগ্লুসিনল, গলনাংক 218°



হাইড্রক্সিকুইনল, গলনাংক 140°

প্রশ্নমালা

১। বেনজিনসালফোনিক অ্যাসিডের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ইহাকে কি উপায়ে (i) ফিনল, (ii) অ্যানিলিন, (iii) ফিনাইল সায়ানাইড ও (iv) বেনজিনে রূপান্তরিত করিবে?

২। বেনজিন ও ইথিলিনের সহিত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগের আণবিক গঠন লিখ ; সমীকরণসহ ইহাদের বিক্রিয়া বিবৃত কর। ইহাদের আর্দ্র-বিশ্লেষের ফল কি?

৩। বেনজিন হইতে ফিনল উৎপাদন পদ্ধতির একটি লিখ। অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহল ও ফিনলের পার্থক্য কি?

৪। ফিনলের সহিত (i) অ্যাসিটিল ক্লোরাইড, (ii) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড, (iii) বেনজিনডায়াজোনিয়াম ক্লোরাইড, (iv) সূক্ষ্ম জিংক কণা এবং (v) ব্রোমিনের বিক্রিয়া সমীকরণসহ উল্লেখ কর।

৫। ইথাইল অ্যালকোহল ও ফিনলের প্রস্তুত প্রণালী এবং গুণগত সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৬। (i) ফিনল হইতে বেনজিন, (ii) বেনজিন হইতে ফিনল, (iii) ফিনল হইতে অ্যানিলিন, (iv) অ্যানিলিন হইতে ফিনল এবং (v) ফিনল হইতে ফিনাইল অ্যাসিটেট প্রস্তুত করিবার প্রণালী কি?

৭। ফিনলের মুখ্য প্রয়োগ ও ধর্ম বর্ণনা কর। ইহাকে কি রূপে শনাক্ত করিবে?

৮। ফিনল ও নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় কি কি যৌগ উৎপন্ন হয়? ইহাদের শোধন পদ্ধতি বর্ণনা কর। শিল্পে পিকরিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয় কি ভাবে?

৯। C_7H_8O আণবিক সংকেতের কোন যৌগ $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, $CH_3\text{-}O\text{-}C_6H_5$ অথবা $C_6H_5\text{-}CH_2OH$ হইতে পারে। ইহাকে চিহ্নিত করিবে কি উপায়ে?

বিংশ অধ্যায়

অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, কুইনোন ও অ্যাসিড

অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল: ইহাদের হাইড্রক্সিল গ্রুপ পার্শ্ব-শৃংখলে অবস্থিত; দৃষ্টান্ত: বেনজাইল অ্যালকোহল, C_6H_5-CH_2OH. প্রস্তুত প্রণালী ও বিক্রিয়া সাধারণতঃ অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহলের মত। কিন্তু বেনজিন বলয় হাইড্রক্সিল গ্রুপকে অধিকতর সক্রিয় করিয়াছে। নাইট্রিক অ্যাসিড ও বেনজাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় বেনজোয়িক অ্যাসিড, C_6H_5-COOH, উৎপন্ন হয়, নাইট্রোবেনজাইল অ্যালকোহল নয়; গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ডাইবেনজাইল ইথার, C_6H_5-CH_2-O-CH_2-C_6H_5, গঠন করে, সালফিউরিক এস্টার নয়। সোডিয়াম ও ইথানল বেনজাইল অ্যাসিটেটকে, C_6H_5-CH_2-O-OC-CH_3, টলুইন, C_6H_5-CH_3, এবং অ্যাসিটিক অ্যাসিডে, CH_3-COOH, বিজারিত করে কিন্তু ইথাইল অ্যাসিটেটকে, CH_3-CH_2-O-OC-CH_3, দুই অণু ইথাইল অ্যালকোহলে, CH_3-CH_2-OH, রূপান্তরিত করে। অ্যারোমেটিক অ্যালকোহলের আঃ গুঃ ও স্ফুটনাংক তুলনীয় আণবিক ওজনের অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহলের চেয়ে বেশী; বেনজাইল অ্যালকোহলের (আণবিক ওজন 108) আঃ গুঃ 1.046 এবং স্ফুটনাংক 206° কিন্তু নঃ হেক্সাইল অ্যালকোহলের (আণবিক ওজন 102) আঃ গুঃ 0.820 এবং স্ফুটনাংক 157° ইহাদের সাধারণ নামকরণ পদ্ধতি অ্যালিফ্যাটিক অ্যালকোহলের মত; অ্যারিল গ্রুপের নামের পর 'অ্যালকোহল' যুক্ত হয়: যেমন বেনজাইল অ্যালকোহল, C_6H_5-CH_2-OH. টারশিয়ারী অ্যালকোহল সাধারণতঃ কার্বিনল রূপে ব্যক্ত হয়, যথা ট্রাইফিনাইলকার্বিনল, $(C_6H_5)_3$C-OH. ইহাদের IUPAC নাম জটিল; তাই ইহার ব্যবহার বিরল। দৃষ্টান্ত: 2-ফিনাইল-1-ইথানল, C_6H_5-CH_2-CH_2-OH; ইহার বেনজাইলকার্বিনল বা β-ফিনাইলইথাইল অ্যালকোহল নাম অধিকতর প্রচলিত।

বেনজাইল অ্যালকোহল, C_6H_5-CH_2OH, মুক্ত অবস্থায় পেরু বালসামে পাওয়া যায়; ইহার অ্যাসিটেট যুঁই ফুলে এবং বেনজোয়েট ও সিনামেট স্টোরাক্স রজনে আছে।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **বেনজ্যালডিহাইড হইতে ক্যানিজারো বিক্রিয়া দ্বারা:** কাঁচ কুপীতে বেনজ্যালডিহাইড (30 cc) ও কস্টিক পটাশ (25 g + 20 cc জল) লইয়া মুখে কর্ক বা রবারের ছিপি আঁটিয়া জোরে ঝাঁকিলে মিশ্রণ ইমালসনে পরিণত হয়। বিক্রিয়ার সমাপ্তি সাধারণ তাপাংকে এক দিনে ঘটে; ফুটাইলে এক ঘন্টায়। জল (100 cc) মিশাইলে পটাশিয়াম বেনজোয়েট দ্রবীভূত হয়, বেনজাইল অ্যালকোহল উপরের স্তরে ভাসিতে থাকে। ইথার দ্বারা ইহা নিষ্কাশন ও জল-গাহ হইতে ইথার অপসারিত

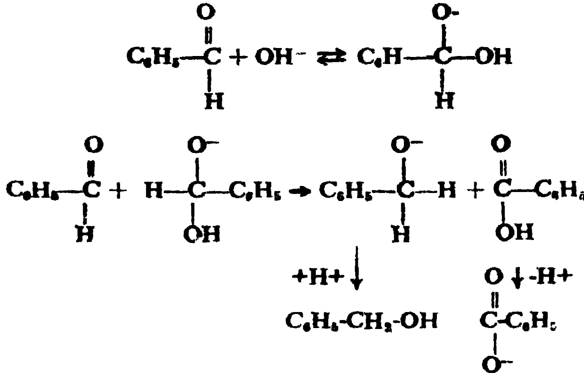
করিলে বেনজাইল অ্যালকোহল মিলে। পাতনে বিশুদ্ধ বেনজাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়।



$$2C_6H_5\text{-}CHO + KOH \longrightarrow C_6H_5COOK + C_6H_5\text{-}CH_2OH$$

বেনজ্যালডিহাইড পটাশিয়াম বেনজোয়েট বেনজাইল অ্যালকোহল

বিক্রিয়ার গতিপথ:



(২) **বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে:** শিল্পে বেনজাইল ক্লোরাইড মৃদু ক্ষার দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া বেনজাইল অ্যালকোহল তৈয়ার হয়। টলুইন হইতে সরাসরি ক্লোরিনেশনে বেনজাইল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। খাড়া-কনডেনসারযুক্ত পাত্রে বেনজাইল ক্লোরাইড এবং জলীয় সোডিয়াম কার্বনেট প্রায় 24 ঘণ্টা ফুটাইলে বেনজাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। তরল মিশ্রণে খাদ্য-লবণ মিশাইলে বেনজাইল অ্যালকোহল ভাসিয়া উঠে। বায়ুশূন্য পাত্র হইতে পাতনে বিশুদ্ধ বেনজাইল অ্যালকোহল মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ 70%. কিছু ডাইবেনজাইল ইথার, $(C_6H_5\text{-}CH_2)_2O$, এই বিক্রিয়ার উপজাত দ্রব্য।



$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2OH + NaCl + NaHCO_3.$$

বেনজাইল ক্লোরাইড বেনজাইল অ্যালকোহল

(৩) **বেনজাইলঅ্যামিন হইতে:** সাধারণ তাপাংকে নাইট্রাস অ্যাসিড (সোডিয়াম নাইট্রাইট+হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) বেনজাইলঅ্যামিনকে বেনজাইল অ্যালকোহলে বিয়োজিত করে। ইহা কেতাবী পদ্ধতি।



$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + HO\text{-}NO \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2OH + N_2 + H_2O$$

বেনজাইলঅ্যামিন বেনজাইল অ্যালকোহল

ধর্ম: বেনজাইল অ্যালকোহল বর্ণহীন, সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 206°; আঃ গুঃ 1.046), জলে সামান্য দ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। বেনজিন বলয়ের জন্য ইহা বায়ুতে প্রচুর ভুসাসহ উজ্জ্বল শিখায় জ্বলে। সমাবয়বী ক্রিসল, $CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, হইতে পার্থক্য: ইহার গন্ধ মনোরম, ইহা কস্টিক সোডায় অদ্রবণীয় এবং ফেরিক ক্লোরাইডের প্রশমিত দ্রবণের রং পরিবর্তিত করে না।

I. **হাইড্রক্সিল গ্রুপের বিক্রিয়া:** (১) **হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন:** সোডিয়াম (ও পটা-শিয়াম) সামান্য উত্তাপে হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে। সোডিয়াম বেনজোক্সাইড বা বেনজাইলেটকে জল পুনরায় বেনজাইল অ্যালকোহলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



$$2C_6H_5\text{-}CH_2OH + 2Na \rightarrow 2C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}ONa + H_2$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   সোডিয়াম বেনজাইলেট

(২) **ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপন:** ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইড বিনা উত্তাপে বেনজাইল অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও বেনজাইল অ্যালকোহল গরম করিলেও যথেষ্ট বেনজাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   বেনজাইল ক্লোরাইড



$$C_6H_5CH_2OH + HCl \rightleftharpoons C_6H_5CH_2Cl + H_2O$$

(৩) **অ্যাসিটিলেশন:** অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (বা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড) বেনজাইল অ্যালকোহলের হাইড্রক্সিল গ্রুপ সাধারণ তাপাংকে অ্যাসিটিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করে।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + CH_3\text{-}COCl \longrightarrow CH_3\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}C_6H_5 + HCl$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   অ্যাসিটিল ক্লোরাইড   বেনজাইল অ্যাসিটেট

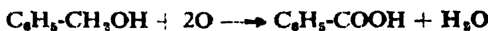
(৪) **এস্টার গঠন:** বেনজাইল অ্যালকোহল তীব্র অ্যাসিড অনুঘটকের উপস্থিতিতে জৈব অ্যাসিডের সহিত যথারীতি এস্টার গঠন করে।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + CH_3\text{-}COOH \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}OOC\text{-}CH_3 + H_2O$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   অ্যাসিটিক অ্যাসিড   বেনজাইল অ্যাসিটেট

(৫) **জারণ:** নাইট্রিক অ্যাসিড অথবা ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাকে বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + 2O \longrightarrow C_6H_5\text{-}COOH + H_2O$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   বেনজোয়িক অ্যাসিড

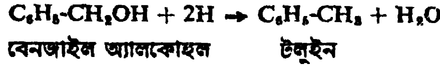
বাষ্পীয় বেনজাইল অ্যালকোহল কপার অক্সাইডের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে বেনজ্যাল-ডিহাইড পাওয়া যায়।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH \longrightarrow C_6H_5\text{-}CHO + H_2$$

বেনজাইল অ্যালকোহল   বেনজ্যালডিহাইড

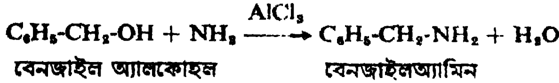
(৬) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল হইতে), প্যালাডিয়াম ও হাইড্রোজেন অথবা ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড বেনজাইল অ্যালকোহলকে টলুইনে বিজারিত করে।



$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + 2H \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_3 + H_2O$$

বেনজাইল অ্যালকোহল টলুইন

(৭) **অ্যামিনো গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন:** অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ইথার দ্রবণে বেনজাইল অ্যালকোহলে অ্যামোনিয়া গ্যাস চালিত করিলে বেনজাইলঅ্যামিন উৎপন্ন হয়।



$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}OH + NH_3 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + H_2O$$

বেনজাইল অ্যালকোহল বেনজাইলঅ্যামিন

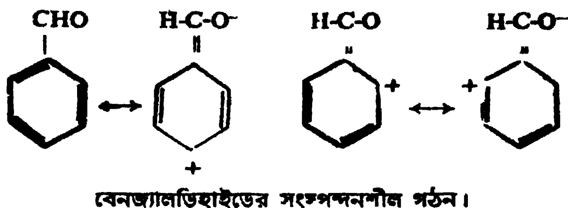
II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া:** বেনজিন বলয়ের $-CH_2OH$ গ্রুপ অরথো- ও প্যারা-স্থান-নির্দেশক। বেনজাইল অ্যালকোহলের বলয়-সংলগ্ন (nuclear) হাইড্রোজেন হ্যালোজেন, নাইট্রো গ্রুপ ও সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে পার্শ্ব-শৃংখলের সক্রিয় প্রাইমারী অ্যালকোহলীয় গ্রুপ বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে; ফলে প্রতিস্থাপিত যৌগের উৎপাদন আশানুরূপ হয় না। যথা: নাইট্রেশনের সময় নাইট্রিক অ্যাসিড ইহার $-CH_2OH$ গ্রুপকে $-COOH$ গ্রুপে জারিত করে; সালফোনেশনের সঙ্গে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড $-CH_2OH$ গ্রুপকে নিরুদিত করে। এই সকল ক্ষেত্রে বেনজাইল ক্লোরাইডের বলয়ে কাম্য গ্রুপ ঢুকানোর পর আর্দ্র-বিশ্লেষে ক্লোরিন পরমাণু হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া বেনজাইল অ্যালকোহলের অনুরূপ প্রতিস্থাপিত যৌগ মিলে।

ব্যবহার: বেনজাইল অ্যালকোহল নাইলন রং করিতে আবশ্যক। মলম, লোশন প্রভৃতিতে ইহা মৃদু জীবাণু-নাশক। বেনজাইল অ্যাসিটেট ও বেনজোয়েট সুগন্ধিরূপে ব্যবহৃত হয়। বল-পয়েন্ট কলমের ও ছাপিবার কালিতে দ্রাবকরূপে বেনজাইল অ্যালকোহল থাকে।

শনাক্তকরণ: (i) বেনজাইল অ্যালকোহল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড কয়েক মিনিট ফুটাইলে বেনজ্যালডিহাইডের (তিক্ত বাদামের) গন্ধ পাওয়া যায়। (ii) আম্লিক পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণ ও বেনজাইল অ্যালকোহল ফুটাইলে বেনজোয়িক অ্যাসিড গঠিত হয়; ঠাণ্ডা করিলে ইহার সাদা, চকচকে স্ফটিক অধঃক্ষিপ্ত হয়। বেনজোয়িক অ্যাসিড গরম জলে দ্রবণীয়, ঠাণ্ডা জলে অদ্রবণীয়।

অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড: বেনজিন বলয়ের হাইড্রোজেন অ্যালডিহাইডো গ্রুপ, $-CHO$, দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। দৃষ্টান্ত: বেনজ্যালডিহাইড, $C_6H_5\text{-}CHO$. অ্যালডিহাইডো গ্রুপ পার্শ্ব-শৃংখলে থাকিলে যেমন ফিনাইলঅ্যাসিট্যালডিহাইডে, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CHO$, তাহা ধর্মে ও বিক্রিয়ায় অ্যালিফ্যাটিক অ্যালডিহাইডের মত। অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডে কোন α-হাইড্রোজেন নাই; ইহারা অ্যালডল কনডেনসেশন ধরনের বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করিতে পারে না। পক্ষান্তরে ফরম্যালডিহাইডের মত ক্যানিজারো বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল ও অ্যাসিড গঠন করে।

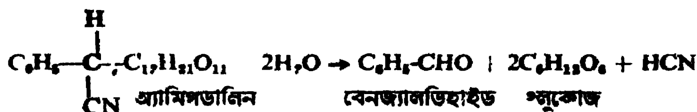
কার্বনিল গ্রুপের কার্বন বেনজিন বলয়ের সহিত সংস্পন্দনশীল গঠনে দ্বিবন্ধে আবদ্ধ হয় বলিয়া ইহার স্বাভাবিক অ্যালডিহাইডো গ্রুপের বৈশিষ্ট্য ব্যাহত হয়। অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইড ফেলিং দ্রবণ বিজারিত কিংবা অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়া গঠন করে না। গ্রিনার বিকারকের, C_6H_5-Mg-Br, সহিত অ্যাসিট্যালডিহাইডের তুলনায় বেনজ্যালডিহাইডের বিক্রিয়ার গতিবেগ প্রায় অর্ধেক।



বেনজ্যালডিহাইডের সংস্পন্দনশীল গঠন।

অ্যালিফ্যাটিক অ্যালডিহাইড অপেক্ষা অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডের স্ফুটনাংক উচ্চতর এবং আঃ গুঃ অধিকতর; বেনজ্যালডিহাইডের (আণবিক ওজন 106) স্ফুটনাংক 179° এবং আঃ গুঃ 1.046 কিন্তু নঃ হেপট্যালডিহাইডের (আণবিক ওজন 114) স্ফুটনাংক 157° এবং আঃ গুঃ 0.850. অ্যারোমেটিক অ্যালডিহাইডের গন্ধ মধুর (ইহা সুগন্ধিরূপে ব্যবহৃত হয়) কিন্তু অ্যালিফ্যাটিক অ্যালডিহাইডের গন্ধ সাধারণতঃ ঝাঁঝালো ও অপ্রীতিকর।

বেনজ্যালডিহাইড, C_6H_5-CHO, গ্লুকোসাইডরূপে (অ্যামিগডালিন, $C_{20}H_{27}NO_{11}$) তিক্ত বাদামে আছে। ফুটন্ত লঘু অ্যাসিড অথবা উৎসেচক ইমালসিন ইহাকে বেনজ্যালডিহাইড, গ্লুকোজ ও হাইড্রোজেন সায়ানাইডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। বেনজ্যালডিহাইড (তেলের আকারে) প্রথম এই ভাবে আবিষ্কৃত হয়, ইহার বাণিজ্যিক নাম তিক্ত-বাদামের তেল (oil of bitter almonds)



$$C_6H_5-\underset{CN}{\overset{H}{C}}-C_{12}H_{21}O_{11} + 2H_2O \rightarrow C_6H_5\text{-}CHO + 2C_6H_{12}O_6 + HCN$$

অ্যামিগডালিন বেনজ্যালডিহাইড গ্লুকোজ

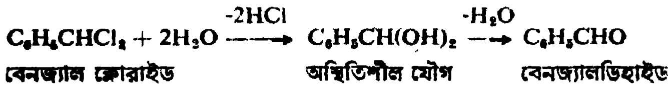
প্রস্তুত প্রণালী: (১) বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে: বেনজাইল ক্লোরাইড (50 g), কিউপ্রিক নাইট্রেট (50 g) ও জল (300 cc) খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে ছয় ঘন্টা ফুটানো হয়। মিশ্রণের ভিতর দিয়া সারা ক্ষণ মন্থর গতিতে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস প্রবাহিত হইতে থাকে। সহজাত নাইট্রোজেন অক্সাইড অপসারিত হয় এবং বেনজ্যালডিহাইড বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত হইতে পারে না। ইথার দ্বারা বেনজ্যালডিহাইড নিষ্কাশন, দ্রবণ নির্জল, ইথার অপসারণ ও তরল পাতন করিয়া বিশুদ্ধ বেনজ্যালডিহাইড মিলে। প্রথম ধাপে বেনজাইল ক্লোরাইড আর্দ্র-বিশ্লেষে বেনজাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত হয়, দ্বিতীয় ধাপে বেনজাইল অ্যালকোহল বেনজ্যালডিহাইডে জারিত হয়। মৃদু

জারক, যথা: কিউপ্রিক নাইট্রেট, বেনজ্যালডিহাইডকে বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে না। বেনজাইল অ্যালকোহল অপেক্ষা বেনজাইল ক্লোরাইড দামে শস্তা।

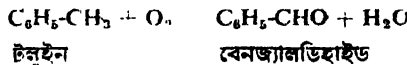

$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + H_2O \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2OH + HCl$$
বেনজাইল ক্লোরাইড   বেনজাইল অ্যালকোহল


$$C_6H_5\text{-}CH_2OH + O \rightarrow C_6H_5\text{-}CHO + H_2O$$
বেনজাইল অ্যালকোহল   বেনজ্যালডিহাইড

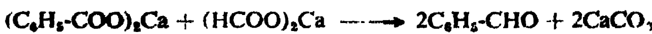
(২) **বেনজ্যাল ক্লোরাইড হইতে:** শিল্পে বেনজ্যাল ক্লোরাইডের (টলুইন হইতে প্রস্তুত) আম্লিক অথবা ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষে বেনজ্যালডিহাইড তৈয়ার হয়। স্টীম পাতনে পৃথক করিয়া পুনরায় পাতন করিলে প্রায় বিশুদ্ধ বেনজ্যালডিহাইড পাওয়া যায়। ইহাতে সামান্য ক্লোরিন-ঘটিত যৌগ থাকিয়া যায়; কাজেই সুরভিকরণে ইহা অব্যবহার্য।


$$C_6H_5CHCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{-2HCl} C_6H_5CH(OH)_2 \xrightarrow{-H_2O} C_6H_5CHO$$
বেনজ্যাল ক্লোরাইড   অস্থিতিশীল যৌগ   বেনজ্যালডিহাইড

(৩) **টলুইন হইতে:** বাষ্পীয় টলুইনকে বায়ু দ্বারা (1:14, ওজনে) 500°-তে ইউরেনিয়াম অক্সাইড ও মলিবডিনাম অক্সাইডের উপর দিয়া অতি দ্রুত প্রবাহিত করিয়া বেনজ্যালডিহাইডে আংশিক জারিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 50%; কিন্তু বেনজোয়িক অ্যাসিড ও ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইডও উৎপন্ন হয়। ইহা ক্লোরিন-মুক্ত; খাদ্য-দ্রব্য সুগন্ধি করিতে ব্যবহৃত হয়।

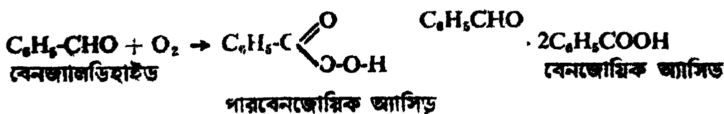

$$C_6H_5\text{-}CH_3 + O_2 \quad C_6H_5\text{-}CHO + H_2O$$
টলুইন   বেনজ্যালডিহাইড

(৪) **ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট ও ক্যালশিয়াম ফরমেট হইতে:** নির্জল ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট ও ক্যালশিয়াম ফরমেট পাতন করিলে সামান্য বেনজ্যালডিহাইড মিলে।

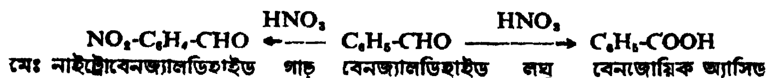

$$(C_6H_5\text{-}COO)_2Ca + (HCOO)_2Ca \longrightarrow 2C_6H_5\text{-}CHO + 2CaCO_3$$
ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট   ক্যালশিয়াম ফরমেট   বেনজ্যালডিহাইড

ধর্ম: বেনজ্যালডিহাইড তৈল-আকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 179°; আঃ গুঃ 1.046), সুগন্ধি ও বর্ণহীন। ইহা স্টীমে উদ্বায়ী; জলে সামান্য দ্রবণীয়, কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে সকল অনুপাতে মিশে।

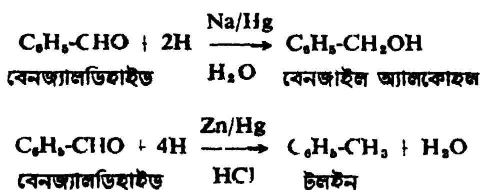
I. **অ্যালডিহাইডো গ্রুপের বিক্রিয়া:** (১) জারণ: আলোর উপস্থিতিতে বায়ু বেনজ্যালডিহাইডকে দ্রুত বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে। প্রথম ধাপে পারবেনজোয়িক অ্যাসিড গঠিত হয়; দ্বিতীয় ধাপে ইহা বেনজোয়িক অ্যাসিডে পরিবর্তিত হয়।


$$C_6H_5\text{-}CHO + O_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow O\text{-}O\text{-}H\end{matrix} \xrightarrow{C_6H_5CHO} 2C_6H_5COOH$$
বেনজ্যালডিহাইড   পারবেনজোয়িক অ্যাসিড   বেনজোয়িক অ্যাসিড

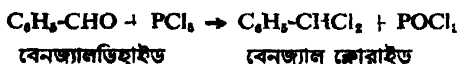
0.1% কুইনল এই জারণ দমন করে। বেনজ্যালডিহাইড টোলাঁ বিকারককে বিজারিত করে কিন্তু ফেলিং দ্রবণকে নয়। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে। শীতল গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড মেটা-নাইট্রোবেনজ্যালডিহাইড গঠন করে।



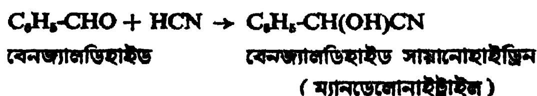
(২) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল, অথবা জিংক কণিকা ও লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) বেনজ্যালডিহাইডকে বেনজাইল অ্যাল-কোহলে বিজারিত করে। জিংক অ্যামালগাম ও ফুটন্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে টলুইনে পরিণত করে।



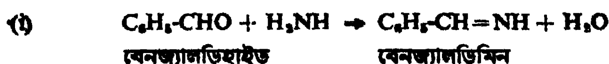
(৩) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের সহিত:** বিনা উত্তাপে ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড বেনজ্যালডিহাইডের অক্সিজেনকে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া বেনজ্যাল ক্লোরাইড গঠন করে (ইথিলিডিন ক্লোরাইড, পৃঃ ১৩৬ দেখ)।

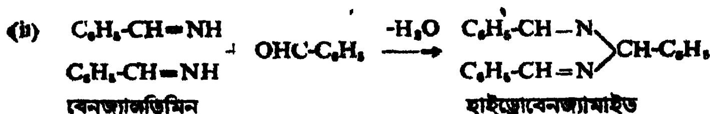


(৪) **সংযোজন বিক্রিয়া:** হাইড্রোজেন সায়ানাইড ও সোডিয়াম বাইসালফাইটের সহিত বেনজ্যালডিহাইড সংযোজন যৌগ গঠন করে কিন্তু গাঢ় অ্যামোনিয়ার সহিত সাধারণ তাপাংকে অ্যালডিহাইড-অ্যামোনিয়ার বদলে হাইড্রোবেনজ্যামাইড উৎপাদন করে।

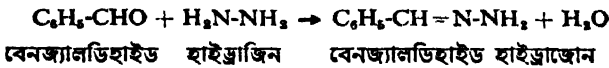






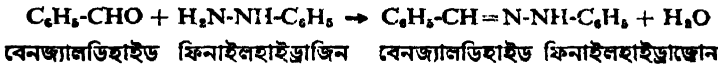


(৫) **কনডেনসেশন বিক্রিয়া:** হাইড্রাজিন, ফিনাইলহাইড্রাজিন ও হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের সহিত বেনজ্যালডিহাইড যথারীতি কনডেনসেশন যৌগ গঠন করে:



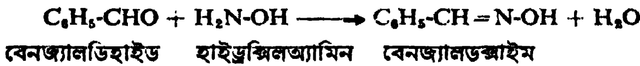
$$C_6H_5\text{-}CHO + H_2N\text{-}NH_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}N\text{-}NH_2 + H_2O$$

বেনজ্যালডিহাইড হাইড্রাজিন বেনজ্যালডিহাইড হাইড্রাজোন



$$C_6H_5\text{-}CHO + H_2N\text{-}NH\text{-}C_6H_5 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}N\text{-}NH\text{-}C_6H_5 + H_2O$$

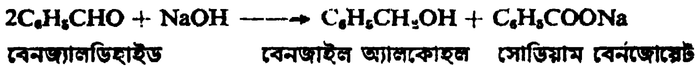
বেনজ্যালডিহাইড ফিনাইলহাইড্রাজিন বেনজ্যালডিহাইড ফিনাইলহাইড্রাজোন



$$C_6H_5\text{-}CHO + H_2N\text{-}OH \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}N\text{-}OH + H_2O$$

বেনজ্যালডিহাইড হাইড্রক্সিলঅ্যামিন বেনজ্যালডক্সাইম

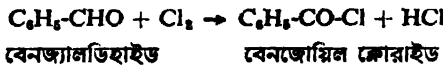
(৬) **ক্যানিজারো বিক্রিয়া:** সাধারণ তাপাংকে বেনজ্যালডিহাইড ও গাঢ় কস্টিক সোডা দ্রবণ সজোরে কিছু ক্ষণ ঝাঁকাইলে, সোডিয়াম বেনজোয়েট ও বেনজাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয়। এক অণু জারিত হয় বেনজোয়িক অ্যাসিডে, অপর অণু বিজারিত হয় বেনজাইল অ্যালকোহলে।



$$2C_6H_5CHO + NaOH \longrightarrow C_6H_5CH_2OH + C_6H_5COONa$$

বেনজ্যালডিহাইড বেনজাইল অ্যালকোহল সোডিয়াম বেনজোয়েট

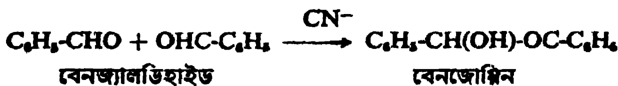
(৭) **ক্লোরিনের সহিত:** বেনজ্যালডিহাইডে α-হাইড্রোজেন না থাকায় নির্জল ক্লোরিন অ্যালডিহাইডো গ্রুপের হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করিয়া বেনজোয়িল ক্লোরাইড গঠন করে। ইহা শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি।



$$C_6H_5\text{-}CHO + Cl_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + HCl$$

বেনজ্যালডিহাইড বেনজোয়িল ক্লোরাইড

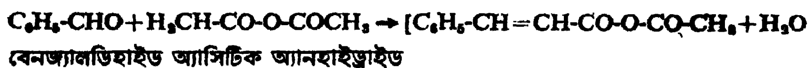
(৮) **বেনজোয়িন কনডেনসেশন:** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে অ্যালকোহলীয় বেনজ্যালডিহাইড ও জলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড (অনুঘটক) আধ ঘণ্টা ফুটাইলে স্ফটিকাকার বেনজোয়িন (গলনাংক 137°) উৎপন্ন হয়। ইহাতে উভয় অণুর অ্যালডিহাইডো গ্রুপ অংশ গ্রহণ করে কিন্তু অ্যালডল কনডেনসেশনে এক অণুর অ্যালডিহাইডো অক্সিজেন অপর অণুর α-হাইড্রোজেনের সহিত হাইড্রক্সিল গ্রুপ গঠন করে।



$$C_6H_5\text{-}CHO + OHC\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{CN^-} C_6H_5\text{-}CH(OH)\text{-}OC\text{-}C_6H_5$$

বেনজ্যালডিহাইড বেনজোয়িন

(৯) **পার্কিন বিক্রিয়া (Perkin reaction):** বেনজ্যালডিহাইড, অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ও নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট (ইহা কনডেনসেশন সুগম করে) 180°-তে কয়েক ঘণ্টায় সিনামিক অ্যাসিড গঠন করে। ইহা α,β-অসংপৃক্ত অ্যাসিড। যে কোন ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যানহাইড্রাইড ও সেই অ্যাসিডের নির্জল সোডিয়াম লবণসহ বেনজ্যালডিহাইড উত্তাপে অনুরূপ অসংপৃক্ত অ্যাসিড উৎপাদন করে।



$C_6H_5\text{-}CHO + H_3CH\text{-}CO\text{-}O\text{-}COCH_3 \rightarrow [C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3] + H_2O$

বেনজ্যালডিহাইড অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড



$\longrightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + CH_3COOH$

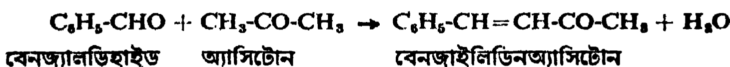
সিনামিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

(১০) **ক্লাইসেন বিক্রিয়া** (Claisen reaction): লঘু জলীয় কস্টিক সোডার উপস্থিতিতে সাধারণ তাপাংকে বেনজ্যালডিহাইড ও অ্যাসিট্যালডিহাইড (অথবা অ্যাসিটোন) সিনামিক অ্যালডিহাইড (অথবা বেনজাইলিডিনঅ্যাসিটোন) গঠন করে। উভয়েই অসংপৃক্ত।



$C_6H_5\text{-}CHO + CH_3\text{-}CHO \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO + H_2O$

বেনজ্যালডিহাইড অ্যাসিট্যালডিহাইড সিনাম্যালডিহাইড



$C_6H_5\text{-}CHO + CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 \rightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2O$

বেনজ্যালডিহাইড অ্যাসিটোন বেনজাইলিডিনঅ্যাসিটোন

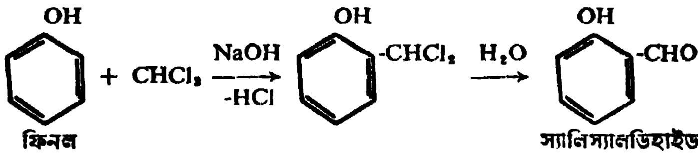
II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া**: বেনজিন-বলয়ের অ্যালডিহাইডো গ্রুপ, -CHO, মেটা-স্থান-নির্দেশক; বেনজ্যালডিহাইডের নাইট্রেশন, সালফোনেশন ও হ্যালোজেনেশনে যথাক্রমে নাইট্রো, সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ ও হ্যালোজেন বলয়ের মেটা-স্থানে প্রবেশ করে। সাধারণ তাপাংকে লৌহ কণার উপস্থিতিতে বেনজ্যালডিহাইডের ভিতর ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে, মেটা-ক্লোরোবেনজ্যালডিহাইড, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}CHO$, পাওয়া যায়। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও বেনজ্যালডিহাইড উত্তাপে মেটা-সালফোবেনজ্যাল-ডিহাইড, $HSO_3\text{-}C_6H_4\text{-}CHO$, গঠন করে। গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের অনুপস্থিতিতে, গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড বেনজ্যালডিহাইডকে মেটা-নাইট্রোবেনজ্যাল-ডিহাইডে, $NO_2\text{-}C_6H_4\text{-}CHO$, পরিবর্তিত করে।

ব্যবহার: রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদন, খাদ্য-দ্রব্য, পানীয় ও ঔষধ সুরভিত এবং সিনামিক অ্যাসিড, বেনজাইল বেনজোয়েট প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে বেনজ্যালডিহাইড ব্যবহৃত হয়।

শনাক্তকরণ: (i) লঘু অ্যাসিটিক অ্যাসিডে ফিনাইলহাইড্রাজিন ও 2-3 ফোঁটা বেনজ্যাল-ডিহাইড টেস্ট-টিউবে লইয়া ঝাঁকাইলে হলুদ বেনজ্যালডিহাইড ফিনাইলহাইড্রাজোন (গলনাংক 157°) দেখা দেয়। (ii) বেনজ্যালডিহাইড (0.5 cc) ও ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (15 cc) কয়েক মিনিট জল-গাহে গরম করিয়া সোডিয়াম বাইসালফাইট মিশাইলে (ইহা ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড দ্রবীভূত করে), বেনজোয়িক অ্যাসিডের সাদা চক্‌চকে স্ফটিক মিলে। ইহা গরম জলে দ্রবণীয়।

স্যালিস্যালডিহাইড, অরথো-হাইড্রক্সিবেনজ্যালডিহাইড, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}CHO$, মেডো-সুইট পুষ্প বৃক্ষের উদ্বায়ী নির্যাসে থাকে। উইলো গাছের ছালের স্যালিসিন (গ্লুকো-সাইড) হইতে প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল; তাই এই নাম। স্যালিসিনের স্যালিসিল অ্যাল-কোহল, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}CH_2OH$, স্যালিস্যালডিহাইডে জারিত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **ফিনল হইতে:** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে ফিনল (12.5 g), ক্লোরোফরম (30 g), কস্টিক সোডা (40 g) ও জল (50 cc) 60°-70°-তে এক ঘণ্টা রাখিলে প্রধানতঃ স্যালিস্যালডিহাইড (ও সামান্য প্যারা-হাইড্রক্সিবেনজ্যাল-ডিহাইড) উৎপন্ন হয়। লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করিয়া স্টীম পাতনে স্যালিস্যালডিহাইড পাওয়া যায়; স্টীমে অনুদ্বায়ী প্যারা-যৌগ (গলনাংক 116°) পাত্রে পড়িয়া থাকে। ইথার দ্বারা নিষ্কাশনের পর সোডিয়াম বাইসালফাইট-যৌগের মাধ্যমে ইহা শোধিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 55%.



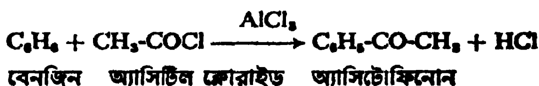
ধর্ম: স্যালিস্যালডিহাইড বর্ণহীন সুগন্ধি তরল (স্ফুটনাংক 196°; আঃ গুঃ 1.167); জলে সামান্য দ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড মিশাইলে গাঢ় বেগুনী দেখায়; কস্টিক সোডায় দ্রবণের রং গাঢ় হলুদ (ফিনল গ্রুপের জন্য); ক্যানিজারো বিক্রিয়ায় স্যালিস্যালডিহাইড হইতে স্যালিসিলিক অ্যাসিড, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, এবং স্যালিসিল অ্যালকোহল, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}CH_2OH$, গঠিত হয়। স্যালিস্যালডিহাইড ফেলিং দ্রবণ বিজারিত করে না কিন্তু ফিনাইলহাইড্রাজোন গঠন করে। অনেক ক্ষণ ফুটন্ত জল-গাহে রাখিলে স্যালিস্যালডিহাইড টোলী বিকারক বিজারিত করে। ইহাকে ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট স্যালিসিলিক অ্যাসিডে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, জারিত এবং সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল স্যালিসিল অ্যাল-কোহলে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}CH_2OH$, বিজারিত করে।

ব্যবহার: স্যালিস্যালডিহাইড সুগন্ধি দ্রব্য, ইহা রঞ্জন-দ্রব্যের কাঁচা মাল।

অ্যারোমেটিক কিটোন দুই প্রকার: (i) কিটো-গ্রুপ-সংলগ্ন উভয় হাইড্রোকার্বন গ্রুপ অ্যারোমেটিক যথা: বেনজোফিনোন বা ডাইফিনাইল কিটোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5$. (ii) একটি অ্যালকিল ও অপরটি অ্যারিল গ্রুপ যেমন মিথাইল ফিনাইলকিটোন বা অ্যাসিটো-ফিনোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3$. অণুতে $C_6H_5\text{-}CO\text{-}$ গ্রুপ থাকিলে তাহাকে ফিনোন বলে; অপর অংশ আগে উল্লিখিত হয়, যথা: বেনজোফিনোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5$, অ্যাসিটো-ফিনোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3$, প্রোপাইয়োনোফিনোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$, ইত্যাদি। ইহাদের IUPAC নাম যথাক্রমে ডাইফিনাইলমিথানোন, ফিনাইলইথানোন এবং ফিনাইল প্রোপানোন। ইহাদের সাধারণ আণবিক সংকেত Ar-CO-Ar বা Ar-CO-R; প্রকৃতি ও বিক্রিয়া মোটামুটি অ্যালিফ্যাটিক কিটোনের মত। ইহারা কেহই বাইসালফাইট-যৌগ গঠন করে না। অ্যারোমেটিক কিটোন সাধারণতঃ কঠিন আকারের; ইহাদের গন্ধ মনোরম।

অ্যাসিটোফিনোন, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3$, সরলতম গঠনের অ্যারোমেটিক কিটোন। কোন কোন উদ্ভিজ্জ উদ্বায়ী তৈলে (essential oil) ইহা পাওয়া যায়। আলকাতরার ভারী তৈল অংশেও (heavy oil fraction) সামান্য আছে।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **বেনজিন হইতে:** পরীক্ষাগারে ও শিল্পে বেনজিন ও অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড) হইতে ফ্রিডেল-ক্রাফটস্ বিক্রিয়ায় অ্যাসিটো-ফিনোন তৈয়ার হয়। অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড আণবিক অনুপাতে দরকার হয়। খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে হিম শীতল বেনজিন (75 cc) ও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড চূর্ণ (30 g) লইয়া তাহাতে বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (20 cc) মিশানো হয়। তারপর কূপী জল-গাহে 50°-তে আধ ঘণ্টা রাখিলে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নিষ্ক্রান্ত হয়। মিশ্রণ জলে ঢালিলে, অ্যাসিটোফিনোন ও অপরিবর্তিত বেনজিন তৈল-আকারে ভাসিয়া উঠে। লঘু কস্টিক সোডা দ্বারা ধুইলে অবশিষ্ট হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড অপসারিত হয়। ক্যালশিয়াম ক্লোরাইড দ্বারা নির্জল করিয়া পাতনে 195°-202°-তে প্রায় বিশুদ্ধ অ্যাসিটোফিনোন পাওয়া যায় (বেনজিন 80°-তে আগে চলিয়া যায়)। উৎপাদনের পরিমাণ 70%.



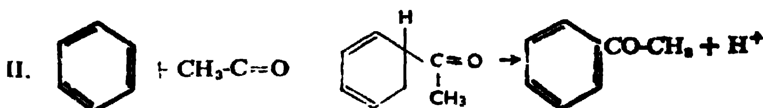
$$C_6H_6 + CH_3\text{-}COCl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3 + HCl$$

বেনজিন অ্যাসিটিল ক্লোরাইড অ্যাসিটোফিনোন

বিক্রিয়ার গতিপথ:



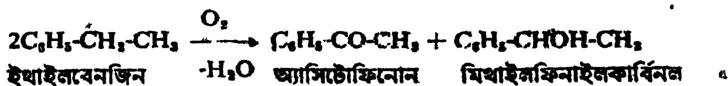
I. $CH_3\text{-}CO\text{-}Cl + AlCl_3 \rightleftharpoons CH_3\text{-}\overset{+}{C}{=}O + AlCl_4^-$





III. $H^+ + AlCl_4^- \longrightarrow AlCl_3 + HCl$

(২) **ইথাইলবেনজিন হইতে:** শিল্পে 125°-তে ম্যাঙ্গানিজ অ্যাসিটেটের উপস্থিতিতে দ্বিগুণ বায়ু চাপে বায়ু দ্বারা ইথাইলবেনজিনকে অ্যাসিটোফিনোনে জারিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%. বেনজিন ও ইথিলিন হইতে 100°-তে ফ্রিডেল-ক্রাফটস্ বিক্রিয়ায় ইথাইলবেনজিন তৈয়ার হয়। সহজাত মিথাইলফিনাইলকার্বিনল হইতে অনুঘটকের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন বিচ্ছিন্ন করিয়া আরও অ্যাসিটোফিনোন তৈয়ার হয়।



$$2C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow[-H_2O]{O_2} C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3 + C_6H_5\text{-}CHOH\text{-}CH_3$$

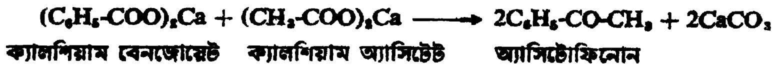
ইথাইলবেনজিন অ্যাসিটোফিনোন মিথাইলফিনাইলকার্বিনল



$$C_6H_5\text{-}CHOH\text{-}CH_3 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2$$

(৩) **ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট ও ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট হইতে:** নির্জল ক্যালশিয়াম

বেনজোয়েট ও ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট পাতন করিলে সামান্য অ্যাসিটোফিনোন, বেনজোফিনোন, C_6H_5-CO-C_6H_5, এবং অ্যাসিটোন, CH_3-CO-CH_3, পাওয়া যায়।



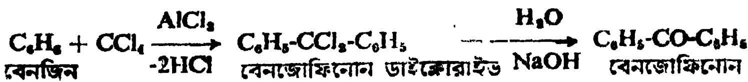
$$(C_6H_5\text{-}COO)_2Ca + (CH_3\text{-}COO)_2Ca \longrightarrow 2C_6H_5\text{-}CO\text{-}CH_3 + 2CaCO_3$$

ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট ক্যালশিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটোফিনোন

ধর্ম: অ্যাসিটোফিনোনের সুগন্ধি স্ফটিক (গলনাংক 20°, স্ফুটনাংক 202°) জলে প্রায় অদ্রবণীয়, সাধারণ জৈব দ্রাবকে দ্রবণীয় এবং স্টীমে উদ্বায়ী। অতি ধীরে ইহা অক্সাইম, সায়ানোহাইড্রিন, হাইড্রাজোন ও ফিনাইলহাইড্রাজোন গঠন করে, কিন্তু বাইসালফাইট-যৌগ নয়। আইয়োডিন ও কস্টিক সোডার বিক্রিয়ায় আইয়োডোফরম মিলে। অ্যাসিটোফিনোনকে জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম ও অ্যালকোহল) ফিনাইলমিথাইল-কার্বিনলে, এবং তীব্র বিজারক (যথা জিংক অ্যামালগাম ও গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড) ইথাইলবেনজিনে, C_6H_5-CH_2-CH_3, বিজারিত করে। ইহাকে পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট সরাসরি বেনজোয়িক অ্যাসিডে, C_6H_5-COOH, জারিত করে কিন্তু মৃদু জারক (যথা সেলেনিয়াম ডাইঅক্সাইড, SeO_2) ফিনাইলগ্লাইঅকজালে, C_6H_5-CO-CHO, রূপান্তরিত করে।

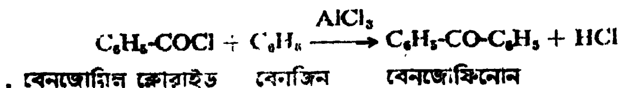
ব্যবহার: অ্যাসিটোফিনোনের প্রয়োগ সুগন্ধিরূপে এবং স্টাইরিন, C_6H_5-CH=CH_2, রঞ্জন-দ্রব্য ও ঔষধ উৎপাদনে। একদা ইহা ছিল ঘুমের ঔষধ (হিপনোন)। ω-ক্লোরো-অ্যাসিটোফিনোন বা ফেন্যাসিল ক্লোরাইড, C_6H_5-CO-CH_2Cl, (গলনাংক 58°) কাঁদুনে গ্যাস; ইহা অ্যাসিটোফিনোন হইতে প্রস্তুত হয়।

বেনজোফিনোন, ডাইফিনাইল কিটোন, C_6H_5-CO-C_6H_5, শিল্পে ফ্রিডেল-ক্রাফটস্ বিক্রিয়ায় বেনজিন ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড হইতে তৈয়ার হয়। কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের বদলে বেনজোয়িল ক্লোরাইড অথবা কার্বনিল ক্লোরাইডও ব্যবহার করা চলে। বিক্রিয়া দুই ধাপে ঘটে; প্রথমে উৎপন্ন বেনজোফিনোন ডাইক্লোরাইডকে ফুটন্ত লঘু কস্টিক সোডা পরে বেনজোফিনোনে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। বেনজোফিনোন অনুপ্রেষ পাতনে উদ্ধার করিয়া ইথানল হইতে কেলাসিত করিলে বিশুদ্ধ যৌগ মিলে।



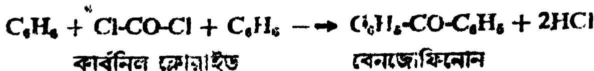
$$C_6H_6 + CCl_4 \xrightarrow[-2HCl]{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CCl_2\text{-}C_6H_5 \xrightarrow[NaOH]{H_2O} C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5$$

বেনজিন বেনজোফিনোন ডাইক্লোরাইড বেনজোফিনোন



$$C_6H_5\text{-}COCl + C_6H_6 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5 + HCl$$

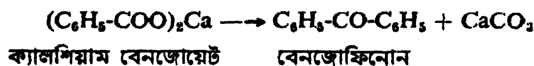
বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজিন বেনজোফিনোন



$$C_6H_6 + Cl\text{-}CO\text{-}Cl + C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5 + 2HCl$$

কার্বনিল ক্লোরাইড বেনজোফিনোন

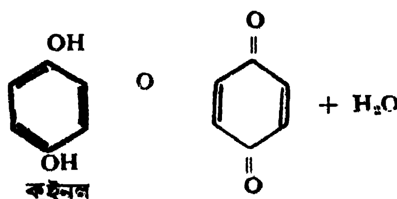
নির্জল ক্যালশিয়াম বেনজোয়েট পাতন করিলে সামান্য বেনজোফিনোন পাওয়া যায়।



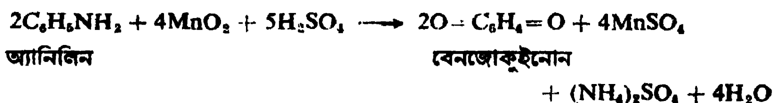
ধর্ম: বেনজোফিনোনের সাদা, সুগন্ধি রম্বাস-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 49°) জলে অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। ইহার মনোক্লিনিক-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 26°) অস্থিতিশীল; সকল তাপাংকে ইহা ক্রমশঃ রম্বাস-আকৃতিতে পরিবর্তিত হয়। ইহা ফিনাইলহাইড্রাজোন এবং অক্সাইম গঠন করে কিন্তু সায়ানোহাইড্রিন বা বাইসালফাইট-যৌগ নয়। জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম অ্যামালগাম ও জল) বেনজোফিনোনকে বেনজহাইড্রল বা ডাইফিনাইলকার্বিনলে, $C_6H_5\text{-}CHOH\text{-}C_6H_5$, (গলনাংক 68°) বিজারিত করে। হাইড্রাইয়োডিক অ্যাসিড ইহাকে সরাসরি ডাই-ফিনাইলমিথেনে, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}C_6H_5$, বিজারিত করে; জিংক কণাসহ পাতনেও এই বিজারণ ঘটে। বেনজোফিনোনের মুখ্য ব্যবহার সুগন্ধি হিসাবে।

কুইনোন: বেনজিন বলয়ের দুইটি হাইড্রোজেন দুইটি অক্সিজেন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে কুইনোন গঠিত হয়। বেনজোকুইনোন, $O{=}C_6H_4{=}O$, সরলতম গঠনের কুইনোন বা অ্যারোমেটিক ডাইকিটোন (অ্যারোমেটিক মনোকিটোন অজ্ঞাত)। কার্বনিল গ্রুপের কার্বন বেনজিন বলয়ের অঙ্গ বলিয়া কুইনোন অ্যারোমেটিক কিটোন হইতে স্বতন্ত্র। ইহাদের আণবিক গঠনে একবন্ধ ও দ্বিবন্ধ পর্যায়ক্রমে অবস্থিত, কিন্তু দুইটি $C{=}O$ দ্বিবন্ধ বলয়ের বাহিরে; অ্যারোমেটিক সেক্সটেট্ (sextet) ইহাতে অনুপস্থিত। তাই ইহারা বেনজিন বলয়ের বৈশিষ্ট্য হারাইয়াছে। অরথো- ও প্যারা-বেনজোকুইনোন জানা আছে; মেটা-বেনজোকুইনোন অজ্ঞাত। উদ্ভিদ ও জীব জগতে নানা আকারে কুইনোন পাওয়া যায়।

প্যারা-বেনজোকুইনোন, $O{=}C_6H_4{=}O$, সিংকোনা গাছের ছালের কুইনিক অ্যাসিড, $C_6H_7(OH)_4COOH$, হইতে প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল; কুইনোন নাম সেই জন্য। সিলভার পারঅক্সাইড বেনজিনকে সরাসরি প্যারা-বেনজোকুইনোনে জারিত করে কিন্তু উৎপাদনের পরিমাণ অল্প। পরীক্ষাগারে কুইনল জারিত করিয়া বেনজোকুইনোন তৈয়ার করা সুবিধাজনক। কাঁচ কুপীতে কুইনল (10 g), পটাশিয়াম ব্রোমেট (5.5 g) এবং লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড ((5 cc নঃ অ্যাসিড + 100 cc জল) জল-গাহে 80°-তে আধ ঘন্টা রাখিয়া শীতল মিশ্রণ বরফ জলে ঢালিলে প্যাঃ বেনজোকুইনোনের সোনালী স্ফটিক দেখা দেয়। হালকা পেট্রোলিয়াম হইতে পুনঃ কেলাসনে বিশুদ্ধ কুইনোন মিলে।



শিল্পে অ্যানিলিনকে ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা অনধিক 10°-তে জারিত করিয়া প্যাঃ বেনজোকুইনোন তৈয়ার হয়। বিক্রিয়ার শেষে স্টীম পাতনে প্রায় বিশুদ্ধ কুইনোন স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। উপজাত ম্যাঙ্গানিজ সালফেট ও অ্যামোনিয়াম সালফেট জমির সাররূপে ব্যবহৃত হয়।



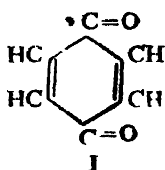
$$2C_6H_5NH_2 + 4MnO_2 + 5H_2SO_4 \longrightarrow 2O{=}C_6H_4{=}O + 4MnSO_4 + (NH_4)_2SO_4 + 4H_2O$$

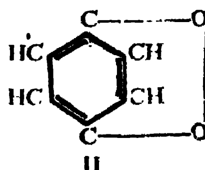
অ্যানিলিন বেনজোকুইনোন

ধর্ম: প্যারা-বেনজোকুইনোনের সোনালী সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 116°) আলোকে বাদামী হয়। গন্ধ ঝাঁঝালো, গোল মরিচের মত। ইহা ঠাণ্ডা জলে সামান্য; গরম জলে আংশিক এবং অ্যালকোহল, ইথার বা বেনজিনে অতি দ্রবণীয়। সিলভার অক্সাইড অথবা ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইডের উপস্থিতিতে বায়ু উচ্চ তাপাংকে ইহাকে প্রধানতঃ ম্যালেয়িক অ্যাসিডে জারিত করে; সঙ্গে সামান্য ফিউমারিক অ্যাসিডও উৎপন্ন হয়। সালফিউরাস অ্যাসিড (সালফার ডাইঅক্সাইডের জলীয় দ্রবণ) অথবা জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড হইতে) প্যারা-বেনজোকুইনোনকে হাইড্রোকুইনোন বা কুইনলে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, বিজারিত করে। প্যারা-বেনজোকুইনোন মনো- এবং ডাই-অক্সাইম গঠন করে কিন্তু সায়ানোহাইড্রিন বা বাইসালফাইট-যৌগ করে না। ইহা আম্লিক পটাশিয়াম আইয়োডাইড হইতে আইয়োডিন, এবং শীতল টোলা বিকারক হইতে সিলভার বিমুক্ত করে। ক্লোরিনের সহিত ইহা ডাই- এবং টেট্রা-ক্লোরাইড, $O{=}C_6H_2Cl_2{=}O$ এবং $O{=}C_6Cl_4{=}O$, গঠন করে। প্যারা-বেনজোকুইনোনকে নাইট্রেশন বা সালফোনেশন করা চলে না।

ব্যবহার: প্যারা-বেনজোকুইনোন চামড়া পাকা করিতে (tanning) এবং কুইনল, ক্লোরানিল প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে প্রয়োজন হয়।

আণবিক গঠন: (i) প্যারা-বেনজোকুইনোনের আণবিক সংকেত $C_6H_4O_2$. (ii) মৃদু বিজারক ইহাকে প্যারা-ডাইহাইড্রক্সিবেনজিন বা কুইনলে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, বিজারিত করে। কুইনলকে মৃদু জারক পুনরায় প্যারা-বেনজোকুইনোনে জারিত করে। ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড ইহাকে প্যাঃ, প্যাঃ ডাইক্লোরোবেনজিনে, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$, রূপান্তরিত করে। অতএব প্যারা-বেনজোকুইনোন প্যারা-প্রতিস্থাপিত বেনজিন যৌগ এবং ইহার আণবিক সংকেত I অথবা II.

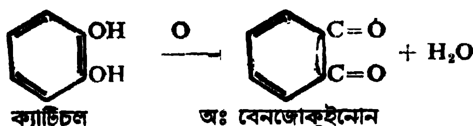




পারঅক্সাইড গঠন II হইতে প্যারা-বেনজোকুইনোনের জারকের ভূমিকা বেশ বুঝা যায় কিন্তু ক্লোরিন সংযোজনে বেনজোকুইনোন টেট্রাক্লোরাইড, জারিত হইয়া ম্যালেয়িক অ্যাসিড এবং হাইড্রক্সিলঅ্যামিনের সহিত মনো- ও ডাই-অক্সাইম উৎপাদন ব্যাখ্যা করিতে পারে না।

বেনজোকুইনোনের গাঢ় হলুদ বর্ণ ইহার কুইনোনয়েড গ্রুপের, $=\langle\quad\rangle=$, জন্য; ইহা অন্যতম প্রধান বর্ণ-উৎপাদক গ্রুপ (chromophore)। এক্স-রে বিশ্লেষণ হইতে প্যারা-বেনজোকুইনোনে দুইটি C=C, দুইটি C=O এবং চারটি C—C বন্ধনের অস্তিত্ব প্রতিপন্ন হইয়াছে। সুতরাং ইহার গঠন I. মেটা-বেনজোকুইনোনের অস্তিত্ব গঠন II হইতে পরোক্ষ স্বীকৃতি পায় কিন্তু ইহা অজ্ঞাত।

অরথো-বেনজোকুইনোন, $O=C_6H_4=O$: সাধারণ তাপাংকে নির্জল সোডিয়াম সালফেটের উপস্থিতিতে অরথো-ডাইহাইড্রক্সিবেনজিন বা ক্যাটিচলকে, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, নির্জল-ইথারে-প্রলম্বিত সিলভার অক্সাইড দ্বারা জারিত করিয়া পরীক্ষাগারে ইহা প্রস্তুত হয়। সোডিয়াম সালফেট জল বিশোষণ করে। অঃ অ্যামিনোফিনল, $H_2N\text{-}C_6H_4\text{-}OH$, জারিত করিলেও অঃ বেনজোকুইনোন মিলে।

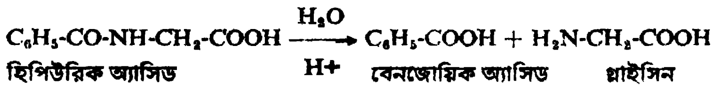


ধর্ম: অঃ বেনজোকুইনোনের রক্তিম প্লেট-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 70° বিয়োজন-সহ) গন্ধবিহীন ও স্টীমে অনুদ্বায়ী। প্যাঃ যৌগের তুলনায় ইহা অনেক কম স্থিতিশীল; জল ইহাকে বিয়োজিত করে। অঃ বেনজোকুইনোন তীব্র জারক; অম্লীকৃত পটাশিয়াম আইয়োডাইডের দ্রবণ হইতে ইহা আইয়োডিন বিমুক্ত করে। সালফিউরাস অ্যাসিড অঃ বেনজোকুইনোনকে দ্রুত ক্যাটিচলে বিজারিত করে। অঃ বেনজোকুইনোনের কোন বাণিজ্যিক গুরুত্ব নাই।

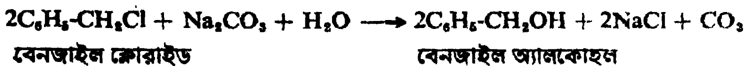
অ্যারোমেটিক অ্যাসিড: বেনজিন বলয়ে এক বা অধিক কার্বক্সিল গ্রুপ, COOH, সরাসরি যুক্ত থাকিলে তাহা অ্যারোমেটিক অ্যাসিড; যথা: বেনজোয়িক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}COOH$, থলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, ইত্যাদি। পার্শ্ব-শৃংখলে কার্বক্সিল গ্রুপ থাকিলে, যেমন ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিডে, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}COOH$, তাহা অ্যারিল-গ্রুপ-প্রতিস্থাপিত ফ্যাটি অ্যাসিড। নিগেটিভ ফিনাইল গ্রুপের জন্য অ্যারোমেটিক অ্যাসিড তুলনীয় অ্যালিফ্যাটিক অ্যাসিড হইতে তীব্রতর অম্ল; বেনজোয়িক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}COOH$, $(K_a = 6.5\times10^{-5})$ নরমাল হেপটাইলিক অ্যাসিড, $C_6H_{13}\text{-}COOH$, $(K_a = 1.4\times10^{-5})$ হইতে তীব্রতর। কাছাকাছি আণবিক ওজনের ফ্যাটি অ্যাসিডের তুলনায় অ্যারোমেটিক অ্যাসিড জলে কম দ্রবণীয় এবং কম উদ্বায়ী। ফ্যাটি অ্যাসিড অপেক্ষা খাঁটি অ্যারোমেটিক অ্যাসিড হইতে কার্বন ডাই-

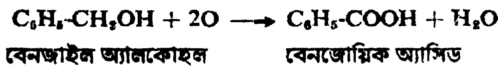
অক্সাইড বিচ্ছিন্ন করা সহজতর। অ্যারোমেটিক অ্যাসিডের কার্বক্সিল গ্রুপ সহজে অ্যালডিহাইডো বা অ্যালকোহলীয় গ্রুপে বিজারিত হয়।

বেনজোয়িক অ্যাসিড, C_6H_5-COOH, বেনজোয়িন গঁদে (ইহার অ্যালকোহলীয় দ্রবণ টিংচার বেনজোয়িন) আছে (18-38%). বেনজোয়িন গঁদ গরম করিলে বেনজোয়িক অ্যাসিড ঊর্ধ-পাতিত হয়। বেনজাইল বেনজোয়েট, C_6H_5-COO-CH_2-C_6H_5, পেরু ও টলু নির্যাসে পাওয়া যায়। বেনজোয়িলগ্লাইসিন বা হিপিউরিক অ্যাসিড, C_6H_5-CO-NH-CH_2-COOH, ঘোড়ার মূত্রে আছে ; আম্লিক আদ্র-বিশ্লেষে ইহা হইতে বেনজোয়িক অ্যাসিড মিলে।

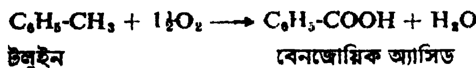


প্রস্তুত প্রণালী: (১) বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে: পরীক্ষাগারে বেনজাইল ক্লোরাইডকে আদ্র-বিশ্লেষ করিয়া বেনজাইল অ্যালকোহলে রূপান্তরিত ও ইহাকে সঙ্গে সঙ্গে বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করা হয়। খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে বেনজাইল ক্লোরাইড (5 cc), পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (10 g) ও সোডিয়াম কার্বনেট (5g+200 cc জল) দেড় ঘণ্টা ফুটাইলে বেনজোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। শীতল মিশ্রণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (45 cc) মিশাইলে বেনজোয়িক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথেষ্ট জলীয় সালফার ডাইঅক্সাইড যোগ করিলে উপজাত ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড দ্রবীভূত হয়।

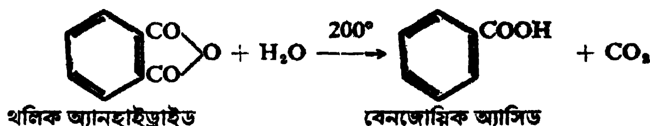




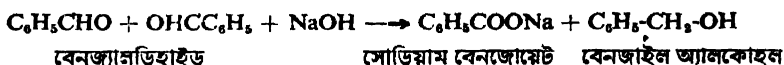
(২) **টলুইন হইতে:** শিল্পে টলুইন 5-50 গুণ বায়ু চাপে 150°-250°-তে ম্যাঙ্গানিজ ও কোবাল্ট অ্যাসিটেটের উপস্থিতিতে বায়ু দ্বারা জারিত করিয়া বেনজোয়িক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। অপরিবর্তিত টলুইন পাতনে উদ্ধার করিয়া পুনরায় জারিত হয়। ঊর্ধ্ব-পাতন কিংবা ফুটন্ত জল হইতে কেলাসন করিলে বেনজোয়িক অ্যাসিডের স্ফটিক মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ 80%.



(৩) **থলিক অ্যানহাইড্রাইড হইতে:** অনুঘটকের উপস্থিতিতে ন্যাপথালিন বায়ু দ্বারা থলিক অ্যাসিডে জারিত হয় ; 200°-তে অনুঘটকের সাহায্যে স্টীম দ্বারা থলিক অ্যানহাইড্রাইড হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড আংশিক বিচ্ছিন্ন করিয়া শিল্পে বেনজোয়িক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। স্টীম পাতনে বেনজোয়িক অ্যাসিড পৃথক করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 80-85%. ইহার সঙ্গে কিছু থলিক অ্যাসিড, HOOC-C_6H_4-COOH, থাকে।



(8) **বেনজ্যালডিহাইড হইতে:** বেনজ্যালডিহাইড ও গাঢ় কস্টিক সোডা সাধারণ তাপাংকে ক্যানিজারো বিক্রিয়ায় বেনজোয়িক অ্যাসিড ও বেনজাইল অ্যালকোহল গঠন করে। ইহা কেতাবী পদ্ধতি।



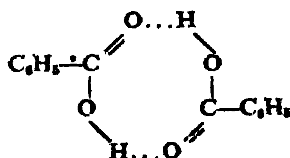
(৫) **বেনজোট্রাইক্লোরাইড হইতে:** শোধিত বেনজোট্রাইক্লোরাইড (টলুইন ও ক্লোরিন হইতে প্রস্তুত), বেনজোয়িক অ্যাসিড এবং জিংক ক্লোরাইড 130°-তে 8 ঘন্টা গরম করিলে বেনজোয়িল ক্লোরাইড পাওয়া যায়। ইহাকে 130°-তে জল দ্বারা আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া শিল্পে বেনজোয়িক অ্যাসিড তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 75-80%. উৎপন্ন অ্যাসিডের অর্ধেক বেনজোট্রাইক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ার জন্য লাগে, অর্ধেক বিক্রী করা হয়। এই অ্যাসিডের সহিত কিছু ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড থাকে; খাদ্য সংরক্ষণে ইহা অব্যবহার্য।

$$C_6H_5\text{-}CCl_3 + C_6H_5\text{-}COOH \xrightarrow{-HCl} 2C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl \xrightarrow{H_2O} 2C_6H_5\text{-}COOH$$

বেনজোট্রাইক্লোরাইড বেনজোয়িক অ্যাসিড বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজোয়িক অ্যাসিড

ধর্ম: বেনজোয়িক অ্যাসিডের সাদা, চক্‌চকে স্ফটিক দ্রুত গরম করিলে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয় কিন্তু ধীরে ধীরে গরম করিলে বিগলিত হয় (গলনাংক 121°). 100° তাপাংকেই ঊর্ধ্ব-পাতন শুরু হয়। ইহা ঠাণ্ডা জলে প্রায় অদ্রবণীয়; ফুটন্ত জল, বেনজিন, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। নিঃশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে হাঁচি ও কাশির উদ্রেক হয়। বেনজিন বলয়ে ইলেকট্রন-আকর্ষী নাইট্রো গ্রুপ কিংবা ক্লোরিন বেনজোয়িক অ্যাসিডকে তীব্রতর অম্লে পরিণত করে; অঃ যৌগ প্যাঃ বা মেঃ যৌগ অপেক্ষা তীব্রতর অ্যাসিড, যথা: অঃ নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিড ($K_a = 620 \times 10^{-5}$); অঃ ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড ($K_a = 130 \times 10^{-5}$), মেঃ ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড ($K_a = 15 \times 10^{-5}$) এবং প্যাঃ ক্লোরোবেনজোয়িক অ্যাসিড ($K_a = 9.3 \times 10^{-5}$). ইহারা সকলেই বেনজোয়িক অ্যাসিড ($K_a = 6.5 \times 10^{-5}$) হইতে তীব্রতর।

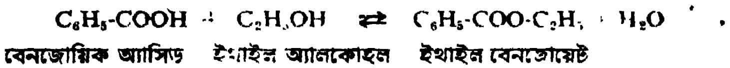
বেনজোয়িক অ্যাসিডের দুইটি অণু হাইড্রোজেন বন্ধনে যুক্ত-শৃংখল ডাইমার গঠন করে:

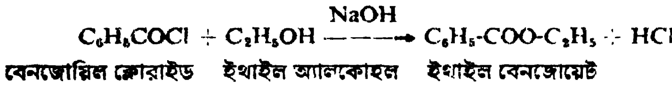


বেনজোয়িক অ্যাসিড (ডাইমার)

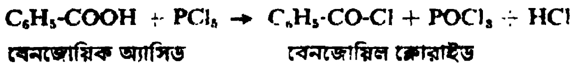
I. **কার্বক্সিল-গ্রুপ-ঘটিত বিক্রিয়া:** (১) **লবণ গঠন:** বেনজোয়িক অ্যাসিড মৃদু ও তীব্র ক্ষারের সহিত যথারীতি লবণ গঠন করে; সোডিয়াম কার্বনেট হইতে কার্বন ডাইঅক্সাইড বিমুক্ত করিয়া সোডিয়াম বেনজোয়েট, $C_6H_5\text{-}COONa$, উৎপাদন করে। অধিকাংশ ধাতব বেনজোয়েট জলে দ্রবণীয়; ক্ষারীয় ফেরিক বেনজোয়েট ঈষৎ পীতাভ, জলে অদ্রবণীয়। বেনজোয়িক অ্যাসিডের শনাক্তকরণে ইহা কাজে লাগে।

(২) **এস্টার গঠন:** বেনজোয়িক অ্যাসিড এবং অ্যালকোহল গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে গরম করিলে এস্টার গঠিত হয়। বেনজোয়িল ক্লোরাইড ও ইথাইল অ্যালকোহল জলীয় কস্টিক সোডার উপস্থিতিতে বিনা উত্তাপে ইথাইল বেনজোয়েট উৎপাদন করে।



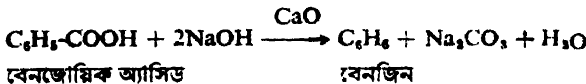


(৩) **অ্যাসিড ক্লোরাইড উৎপাদন:** ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (অথবা থাইয়োনিল ক্লোরাইড, $SOCl_2$) এবং বেনজোয়িক অ্যাসিড ঈষৎ গরম করিলে বেনজোয়িল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

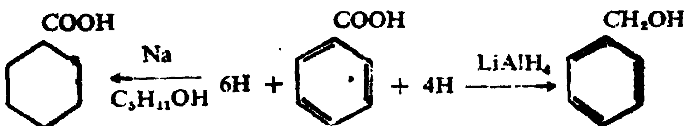




(৪) **কার্বক্সিল গ্রুপ অপসারণ:** নির্জল বেনজোয়িক অ্যাসিড ও সোডা-চুন প্রবল উত্তাপে বেনজিন ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়।



(৫) **বিজারণ:** তীব্র বিজারক যথা ইথার দ্রবণে লিথিয়াম অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রাইড, $LiAlH_4$, বেনজোয়িক অ্যাসিডকে বেনজাইল অ্যালকোহলে বিজারিত করে। কিন্তু জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম ও ফুটন্ত অ্যামাইল অ্যালকোহল হইতে) বেনজোয়িক অ্যাসিডকে সাইক্লোহেক্সেন-কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে বিজারিত করে।



সাইক্লোহেক্সেন-কার্বক্সিলিক অ্যাসিড বেনজোয়িক অ্যাসিড বেনজাইল অ্যালকোহল

II. **বেনজিন-বলয়-ঘটিত বিক্রিয়া:** বেনজিন-বলয়ের কার্বক্সিল গ্রুপ মেটা-স্থান-

নির্দেশক ; ফেরিক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে ক্লোরিন ও বেনজোয়িক অ্যাসিড মেটা-ক্লোরো-বেনজোয়িক অ্যাসিড, $Cl-C_6H_4-COOH$, গঠন করে। গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বেনজোয়িক অ্যাসিডকে মেটা-নাইট্রোবেনজোয়িক অ্যাসিডে, $O_2N-C_6H_4-COOH$, রূপান্তরিত করে এবং উত্তপ্ত গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও বেনজোয়িক অ্যাসিড হইতে মেটা-সালফোবেনজোয়িক অ্যাসিড, $HO_3S-C_6H_4-COOH$, মিলে।

ব্যবহার : সোডিয়াম বেনজোয়েট প্রধানতঃ খাদ্য-দ্রব্য সংরক্ষণে আবশ্যক হয়। ইহা বাত, ইনফ্লুয়েঞ্জা ও ব্রংকাইটিস রোগের ঔষধ। ইথাইল ও মিথাইল বেনজোয়েট সুগন্ধি। অ্যালকিড রঞ্জন, রঞ্জন-দ্রব্য এবং নভোকেন (ঔষধ) বেনজোয়িক অ্যাসিড হইতে তৈয়ার হয়।

শনাক্তকরণ : (i) ধাতব বেনজোয়েটের প্রশমিত দ্রবণে প্রশমিত ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণ মিশাইলে পীতাভ ক্ষারীয় ফেরিক বেনজোয়েট অধঃক্ষিপ্ত হয়। (ii) বেনজোয়িক অ্যাসিড ও সোডা-চুন প্রবল উত্তাপে বেনজিন গঠন করে ; ইহা বাষ্পাকারে নির্গত হয়। (iii) নির্জল বেনজোয়িক অ্যাসিড, ইথাইল অ্যালকোহল ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড গরম করিলে ইথাইল বেনজোয়েটের সুগন্ধ পাওয়া যায়।

বেনজোয়িল ক্লোরাইড, $C_6H_5-CO-Cl$: পরীক্ষাগারে নির্জল বেনজোয়িক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (অথবা থাইয়োনিল ক্লোরাইড) পাতনে বেনজোয়িল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়। সহজাত দ্রব্য গ্যাসীয় বলিয়া থাইয়োনিল ক্লোরাইড ব্যবহার করা সুবিধাজনক। আংশিক পাতনে বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিলে। শিল্পে ফুটন্ত বেনজ্যালডিহাইডে ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিয়া (যত ক্ষণ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড নিষ্ক্রান্ত হয়) বেনজোয়িল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। ইহাতে α-হাইড্রোজেন না থাকায় ক্লোরিন অ্যালডিহাইডো গ্রুপের, -CHO, হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে। এই বিক্রিয়া অসাধারণ। বেনজোয়িক অ্যাসিড ও বেনজোট্রাইক্লোরাইড 130°-তে জিংক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে গরম করিয়াও শিল্পে বেনজোয়িল ক্লোরাইড তৈয়ার হয়।



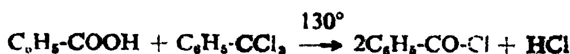
$$C_6H_5\text{-}COOH + PCl_5 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + POCl_3 + HCl$$

বেনজোয়িক অ্যাসিড — বেনজোয়িল ক্লোরাইড



$$C_6H_5\text{-}CHO + Cl_2 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + HCl$$

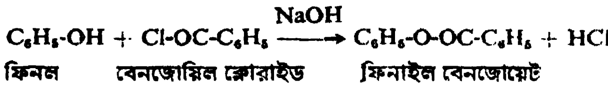
বেনজ্যালডিহাইড — বেনজোয়িল ক্লোরাইড



$$C_6H_5\text{-}COOH + C_6H_5\text{-}CCl_3 \xrightarrow{130^\circ} 2C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + HCl$$

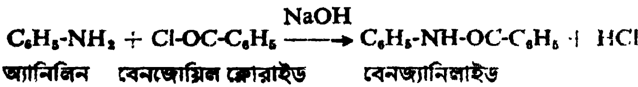
ধর্ম : বেনজোয়িল ক্লোরাইড তৈল-আকৃতি তরল (স্ফুটনাংক 198°, আঃ গুঃ 1.21), গন্ধ অতি ঝাঁঝালো এবং চক্ষু পীড়াদায়ক। অ্যাসিটিল ক্লোরাইডের তুলনায় ইহা যথেষ্ট নিষ্ক্রিয় ; সাধারণ তাপাংকে জল বা লঘু কস্টিক সোডা ইহাকে ধীরে ধীরে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। কাজেই কস্টিক সোডার উপস্থিতিতে হাইড্রক্সি বা অ্যামিনো গ্রুপের

হাইড্রোজেনকে বেনজোয়িল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপন করা চলে (বেনজোয়িলেশন)। শটেন-বাউমান বিক্রিয়ায় (Schotten-Baumann reaction) শীতল ফিনল বা অ্যামিন, বেনজোয়িল ক্লোরাইড ও 10% কস্টিক সোডা 15 মিনিট ঝাঁকানো হয়; উৎপন্ন হইবামাত্র হাইড্রোজেন ক্লোরাইডকে কস্টিক সোডা বিশোষণ করে বলিয়া বিক্রিয়া দ্রুত শেষ হয়। বেনজোয়িল-যৌগ সাধারণতঃ স্ফটিকাকার এবং ইহাদের গলনাংক নির্দিষ্ট। ফিনল ও অ্যামিন (প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী) শনাক্তকরণে ইহারা কাজে লাগে।



$$C_6H_5\text{-}OH + Cl\text{-}OC\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5\text{-}O\text{-}OC\text{-}C_6H_5 + HCl$$

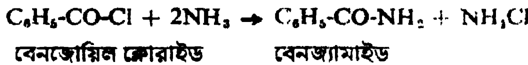
ফিনল বেনজোয়িল ক্লোরাইড ফিনাইল বেনজোয়েট



$$C_6H_5\text{-}NH_2 + Cl\text{-}OC\text{-}C_6H_5 \xrightarrow{NaOH} C_6H_5\text{-}NH\text{-}OC\text{-}C_6H_5 + HCl$$

অ্যানিলিন বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজ্যানিলাইড

গাঢ় অ্যামোনিয়া ও বেনজোয়িল ক্লোরাইড বিনা তাপে বেনজ্যামাইড গঠন করে; ইহা স্ফটিকাকার (গলনাংক 130°) এবং জলে দ্রবণীয়।

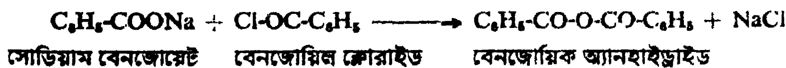


$$C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + 2NH_3 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2 + NH_4Cl$$

বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজ্যামাইড

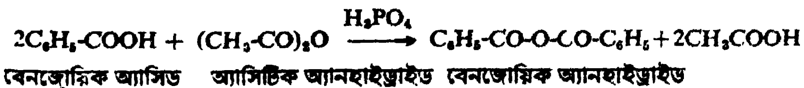
অধিকাংশ বেনজোয়িল ক্লোরাইডকে বেনজোফিনোন এবং বেনজোয়িল পারঅক্সাইডে রূপান্তরিত করা হয়। হিম শীতল জলীয় সোডিয়াম পারঅক্সাইডের সহিত বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিশাইলে বেনজোয়িল পারঅক্সাইড $(C_6H_5CO)_2O_2$, পাওয়া যায়। ময়দা বিরঞ্জিত করিতে এবং PVC, পলিস্টাইরিন প্রভৃতি পলিমার উৎপাদনে ইহা আবশ্যক।

বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড, $(C_6H_5\text{-}CO)_2O$, নির্জল সোডিয়াম বেনজোয়েট ও বেনজোয়িল ক্লোরাইড গরম করিয়া পরীক্ষাগারে তৈয়ার হয়। বেনজোয়িক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ফসফরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে ধীরে ধীরে পাতনেও ইহা মিলে। শিল্পে বেনজোয়িক অ্যাসিড ও বেনজোয়িল ক্লোরাইড চাপ-পিষ্ট অবস্থায় 300°-তে কয়েক ঘণ্টা গরম করা হয়। পাতনে বিশুদ্ধ বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড পাওয়া যায়।



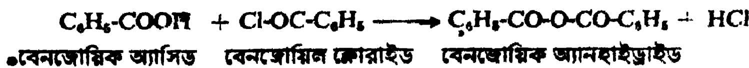
$$C_6H_5\text{-}COONa + Cl\text{-}OC\text{-}C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}C_6H_5 + NaCl$$

সোডিয়াম বেনজোয়েট বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড



$$2C_6H_5\text{-}COOH + (CH_3\text{-}CO)_2O \xrightarrow{H_3PO_4} C_6H_5\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}C_6H_5 + 2CH_3COOH$$

বেনজোয়িক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড



$$C_6H_5\text{-}COOH + Cl\text{-}OC\text{-}C_6H_5 \longrightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}C_6H_5 + HCl$$

বেনজোয়িক অ্যাসিড বেনজোয়িল ক্লোরাইড বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইড

ধর্ম: বেনজোয়িক অ্যানহাইড্রাইডের সাদা স্ফটিক (গলনাংক 42°, স্ফুটনাংক 360°) শীতল জলে বা লঘু কস্টিক সোডায় প্রায় অদ্রবণীয়; উত্তাপে ইহারা ধীরে ধীরে বেনজোয়িক

অ্যানহাইড্রাইডকে বেনজোয়িক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইডের তুলনায় ইহা অনেক কম সক্রিয়। অ্যালকোহল, ফিনল ও অ্যামিনের (প্রাইমারী ও সেকেণ্ডারী) বেনজোয়িলেশনে ইহা লাগে। কিছু রঞ্জক ও ঔষধ ইহা হইতে তৈয়ার হয়।

বেনজ্যামাইড, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2$, তৈয়ার হয় তিন উপায়ে : (i) দুই-মুখ-বন্ধ কাঁচ নলে অ্যামোনিয়াম বেনজোয়েট গরম করা, (ii) সাধারণ তাপাংকে গাঢ় অ্যামোনিয়া ও বেনজোয়িল ক্লোরাইড মিশানো এবং (iii) ফিনাইল সায়ানাইডকে ক্ষারীয় হাইড্রোজেন পারঅক্সাইডের লঘু দ্রবণ দ্বারা 65°-তে আংশিক আর্দ্র-বিশ্লেষ করা।



$$C_6H_5\text{-}COONH_4 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2 + H_2O$$

অ্যামোনিয়াম বেনজোয়েট   বেনজ্যামাইড



$$C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl + 2NH_3 \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2 + NH_4Cl$$

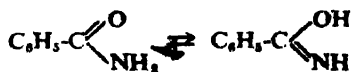
বেনজোয়িল ক্লোরাইড   বেনজ্যামাইড



$$C_6H_5\text{-}CN + H_2O \rightarrow C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2$$

ফিনাইল সায়ানাইড   বেনজ্যামাইড

ধর্ম : বেনজ্যামাইডের সাদা স্ফটিক (গলনাংক 130°) শীতল জলে সামান্য দ্রবণীয়; গরম জল, ইথার ও অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। হফম্যান বিক্রিয়ায় ব্রোমিন ও কস্টিক পটাশ ইহাকে অ্যানিলিনে রূপান্তরিত করে। ঈষৎ উষ্ণ জলীয় কস্টিক সোডা ইহাকে সোডিয়াম বেনজোয়েট ও অ্যামোনিয়ায় আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। তীব্র নিরুদক (যথা ফসফরাস পেন্টঅক্সাইড) জল বিচ্ছিন্ন করিয়া ফিনাইল সায়ানাইড, $C_6H_5\text{-}CN$, গঠন করে। বেনজ্যামাইডের আণবিক গঠন দুইটি (ইহারা টটোমার) কারণ ইহার একটি অ্যামিনো হাইড্রোজেনকে মারকারি ও সিলভার প্রতিস্থাপিত করে।



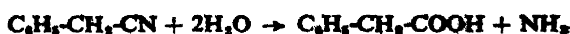
বেনজ্যামাইড

ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}COOH$, ফিনাইলঅ্যালানিন-বিশিষ্ট প্রোটিন পচিলে উৎপন্ন হয়; ইহার এস্টার নিরোলি অয়েল ও জাপানী পেপারমিন্ট অয়েলে আছে। বেনজাইল ক্লোরাইড ও জল-মিশ্রিত অ্যালকোহলীয় পটাশিয়াম সায়ানাইড ফুটাইলে বেনজাইল সায়ানাইড উৎপন্ন হয়; ফুটন্ত সালফিউরিক অ্যাসিড (50%) ইহাকে ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে। উৎপাদনের পরিমাণ 77%.



$$C_6H_5\text{-}CH_2Cl + KCN \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CN + KCl$$

বেনজাইল ক্লোরাইড   বেনজাইল সায়ানাইড



$$C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}CN + 2H_2O \rightarrow C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}COOH + NH_3$$

বেনজাইল সায়ানাইড   ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড

ধর্ম: ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের চক্‌চকে প্লেট-আকৃতি স্ফটিকের (গলনাংক 76°) গন্ধ সদ্য-কাটা ঘাসের মত মনোরম। ইহা শীতল জলে প্রায় অদ্রবণীয়, ফুটন্ত জল, অ্যালকোহল ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড ($K_a = 6.0 \times 10^{-5}$) অ্যাসিটিক অ্যাসিড ($K_a = 1.85 \times 10^{-5}$) হইতে তীব্রতর অম্ল। অঃ, মেঃ ও প্যাঃ টলুইক অ্যাসিডের, CH_3-C_6H_4-COOH, ইহা সমাবয়বী। জারণে ইহারা অনুরূপ থলিক অ্যাসিড, HOOC-C_6H_4-COOH, গঠন করে কিন্তু ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিড বেনজোয়িক অ্যাসিডে, C_6H_5-COOH, জারিত হয়, অতএব ইহাদিগকে চিহ্নিত করা চলে। ক্লোরিন শীতল অবস্থায় ইহার বেনজিন বলয়ে প্রবেশ করে কিন্তু উত্তাপে মিথিলিন হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে।

ব্যবহার: ফিনাইলঅ্যাসিটিক অ্যাসিডের ইথাইল এস্টার সুগন্ধি; পেনিসিলিন জি (বেনজাইলপেনিসিলিন) তৈয়ার করিতে ইহা লাগে।

স্যালিসিলিক অ্যাসিড বা অরথো-হাইড্রক্সিবেনজোয়িক অ্যাসিডের, HO-C_6H_4-COOH, মিথাইল এস্টার, HO-C_6H_4-$COOCH_3$, উইন্টারগ্রীন অয়েলের প্রধান উপাদান, উইলো গাছের ছালে ইহা স্যালিসিন (গ্লুকোসাইড) রূপে আছে। একদা প্রাকৃতিক মিথাইল স্যালিসিলেট স্যালিসিলিক অ্যাসিডের সমুদয় চাহিদা মিটাইত।

প্রস্তুত প্রণালী: কোলবে সংশ্লেষণ (Kolbe synthesis): কারখানায় ও পরীক্ষাগারে 140°-170°-তে অটোক্লেভ যন্ত্রে 5-6 গুণ বায়ু চাপে নির্জল সোডিয়াম ফিনেট চূর্ণে অতিরিক্ত নির্জল কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস কয়েক ঘন্টা প্রবাহিত করিয়া সোডিয়াম স্যালিসিলেট তৈয়ার হয়। শীতল জল দ্বারা নিষ্কাশন এবং লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা আম্লিক করিলে স্যালিসিলিক অ্যাসিড অধঃক্ষিপ্ত হয়। বায়ুশূন্য পাত্র হইতে ঊর্ধ্ব-পাতন কিংবা গরম জল হইতে কেলাসনে ইহা শোধিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85-90%.



ধর্ম: স্যালিসিলিক অ্যাসিডের সূক্ষ্ম সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 159°) দেখিতে পেঁজা তুলার মত; ঠাণ্ডা জলে প্রায় অদ্রবণীয় কিন্তু গরম জল, অ্যালকোহল, অ্যাসিটোন ও ইথারে সহজে দ্রবণীয়। 76°-তে স্যালিসিলিক অ্যাসিড ঊর্ধ্ব-পাতিত হইতে শুরু করে; 200°-তে ফিনল ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে বিয়োজিত হয়। (জলীয় স্যালিসিলিক অ্যাসিডে ফেরিক ক্লোরাইড মিশাইলে প্রবল গাঢ় বেগুনী দেখায়।) অ্যাসিটিল ক্লোরাইড ইহার হাইড্রক্সিল গ্রুপের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া অ্যাসিটিলস্যালিসিলিক অ্যাসিড, CH_3-CO-O-C_6H_4-COOH, বা অ্যাস্পিরিন গঠন করে। স্যালিসিলিক অ্যাসিড ($K_a = 106 \times 10^{-5}$) বেনজোয়িক অ্যাসিডের ($K_a = 6.5 \times 10^{-5}$) তুলনায়

অনেক বেশী তীব্রতর অম্ল; সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত ইহা সোডিয়াম স্যালিসিলেট $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COONa$, গঠন করে (ফিনলিক হাইড্রক্সিল গ্রুপ মুক্ত থাকে); কস্টিক সোডা মিশাইলে ডাইসোডিয়াম স্যালিসিলেট, $NaO\text{-}C_6H_4\text{-}COONa$, উৎপন্ন হয়। ইহার কার্বক্সিল গ্রুপ যথারীতি এস্টার গঠন করে; মিথাইল অ্যালকোহল, স্যালিসিলিক অ্যাসিড ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড টেস্ট-টিউবে গরম করিলে মিথাইল স্যালিসিলেট, $HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOCH_3$, মিলে। নির্জল সোডা-চুন স্যালিসিলিক অ্যাসিডকে প্রবল উত্তাপে ফিনলে বিয়োজিত করে। গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে ব্রোমিন ও স্যালিসিলিক অ্যাসিড 5-ব্রোমোস্যালিসিলিক অ্যাসিড, $Br\text{-}C_6H_3(OH)COOH$, গঠন করে কিন্তু জলীয় দ্রবণে 2,4,6-ট্রাইব্রোমোফিনল, $C_6H_2Br_3OH$, উৎপন্ন হয়। ব্রোমিন কার্বক্সিল গ্রুপকে প্রতিস্থাপিত করে। শীতল গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড এবং স্যালিসিলিক অ্যাসিড হইতে 5-নাইট্রোস্যালিসিলিক অ্যাসিড, $O_2N\text{-}C_6H_3(OH)COOH$, পাওয়া যায় কিন্তু ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড 2,4,6-ট্রাইনাইট্রোফিনল বা পিকরিক অ্যাসিড গঠন করে। এক্ষেত্রেও নাইট্রো গ্রুপ কার্বক্সিল গ্রুপকে প্রতিস্থাপিত করে।

ব্যবহার: স্যালিসিলিক অ্যাসিড প্রধানতঃ বেদনা-নাশক অ্যাস্পিরিনে রূপান্তরিত হয় (যুক্ত রাষ্ট্র বছরে প্রায় তিন কোটি পাউণ্ড উৎপাদন করে)। খাদ্য সংরক্ষণে, সুগন্ধি এবং রঞ্জন-দ্রব্য তৈয়ার করিতেও ইহা ব্যবহৃত হয়। প্যারা-অ্যামিনোস্যালিসিলিক অ্যাসিড (PAS) যক্ষ্মা রোগ নিরাময় করে।

শনাক্তকরণ: স্যালিসিলিক অ্যাসিড, মিথাইল অ্যালকোহল ও কয়েক ফোঁটা গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড টেস্ট-টিউবে ঈষৎ গরম করিলে উইন্টারগ্রীন অয়েলের মনোরম গন্ধ পাওয়া যায়। স্যালিসিলিক অ্যাসিডের জলীয় দ্রবণে ফেরিক ক্লোরাইড মিশাইলে গাঢ় বেগুনী রং দেখা দেয়।

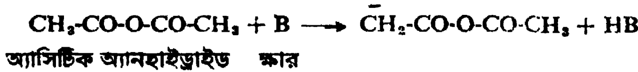
অ্যাসিটিলস্যালিসিলিক অ্যাসিড, অ্যাস্পিরিন, $CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের উপস্থিতিতে অনধিক 90°-তে স্যালিসিলিক অ্যাসিড ও অতিরিক্ত অ্যাসিটিল ক্লোরাইড (অথবা অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড) গরম করিয়া তৈয়ার হয়। ইহার সাদা স্ফটিক (গলনাংক 135°) জলে প্রায় অদ্রবণীয়। অ্যাস্পিরিন সর্বাধিক জনপ্রিয় বেদনানাশক ঔষধ।

সিনামিক অ্যাসিড, β-ফিনাইলঅ্যাক্রাইলিক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH$, মুক্ত অবস্থায় এবং বেনজাইল এস্টাররূপে টলু ও পেরু নির্যাসে পাওয়া যায়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **বেনজ্যালডিহাইড হইতে:** খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে সদ্য-পাতিত বেনজ্যালডিহাইড (20 cc), নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট (10 g) এবং অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (30 cc) 180°-তে পাঁচ ঘণ্টা ফুটাইলে সিনামিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। গরম মিশ্রণ জলে (100 cc) ঢালিয়া তাহাতে যথেষ্ট সোডিয়াম কার্বনেট যোগ করিলে সোডিয়াম সিনামেট উৎপন্ন হয়; স্টীম পাতনে অপরিবর্তিত বেনজ্যালডিহাইড

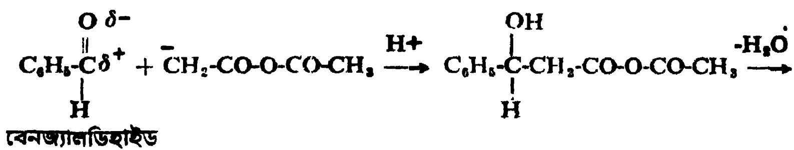
অপসারিত হয়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সিনামিক অ্যাসিডকে মুক্ত করে। ফুটন্ত জল হইতে বিশুদ্ধ স্ফটিক মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ 85%. ইহার নাম পার্কিন বিক্রিয়া। কারখানায় কনডেনসারের তাপাংক এমন ভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় যাহাতে অ্যাসিটিক অ্যাসিড (স্ফুটনাংক 118°) বাষ্পাকারে চলিয়া যায় কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড (স্ফুটনাংক 137°) কূপীতে তরল আকারে ফিরিয়া আসে।

বিক্রিয়ার গতিপথ :



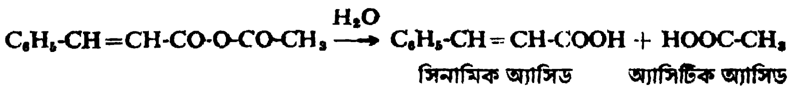
$$CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + B \longrightarrow \bar{C}H_2\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 + HB$$

অ্যাসিটিক অ্যানহাইড্রাইড ক্ষার



$$C_6H_5\text{-}\overset{\overset{O\,\delta-}{\|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}\delta^+ + \bar{C}H_2\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{H+} C_6H_5\text{-}\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{-H_2O}$$

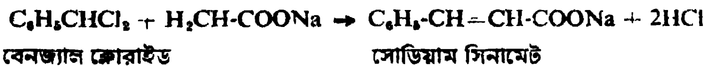
বেনজ্যালডিহাইড



$$C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}CO\text{-}O\text{-}CO\text{-}CH_3 \xrightarrow{H_2O} C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + HOOC\text{-}CH_3$$

সিনামিক অ্যাসিড অ্যাসিটিক অ্যাসিড

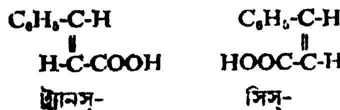
(২) **বেনজ্যাল ক্লোরাইড হইতে :** শিল্পে অটোক্লেভ যন্ত্রে অতিরিক্ত বেনজ্যাল ক্লোরাইড ও নির্জল সোডিয়াম অ্যাসিটেট 150°-180°-তে চাপ-পিষ্ট অবস্থায় গরম করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 85%. বেনজ্যাল ক্লোরাইড বেনজ্যালডিহাইড অপেক্ষা দামে শস্তা।



$$C_6H_5CHCl_2 + H_2CH\text{-}COONa \rightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COONa + 2HCl$$

বেনজ্যাল ক্লোরাইড সোডিয়াম সিনামেট

ধর্ম : সিনামিক অ্যাসিডের সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 133°) ইথাইল অ্যালকোহল, ইথার ও ফুটন্ত জলে দ্রবণীয়। সিনামিক অ্যাসিডের দুইটি জ্যামিতিক সমাবয়বী যৌগ সম্ভব (ম্যালেয়িক ও ফিউমারিক অ্যাসিডের মত) যথা :



$$\begin{array}{cc} C_6H_5\text{-}C\text{-}H & C_6H_5\text{-}C\text{-}H \\ \| & \| \\ H\text{-}C\text{-}COOH & HOOC\text{-}C\text{-}H \end{array}$$

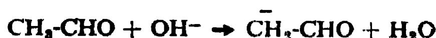
ট্র্যানস্- সিস্-

ইহাদের প্রত্যেকের একাধিক স্ফটিকের গঠন বিভিন্ন ; মোট ছয়টি জানা আছে। প্রাকৃতিক ট্র্যানস-অ্যাসিডের স্ফটিকাকার দুইরকম— α-, হীরক-আকৃতি, β-, সূচাকৃতি ; উভয়ের গলনাংক 133°. ট্র্যানস্-অ্যাসিড অধিকতর স্থিতিশীল। সিস্-অ্যাসিডকে অ্যালো-সিনামিক অ্যাসিড বলা হয় ; ইহার স্ফটিকের আকৃতি চার প্রকার (গলনাংক 32°, 42°, 58° এবং 68°), সকলেই কম বেশী অস্থিতিশীল; সর্বাপেক্ষা স্থিতিশীল আকৃতির গলনাংক 68°. অতি-বেগুনী আলোকে ট্র্যানস্-অ্যাসিড সিস্-অ্যাসিডে রূপান্তরিত হয়। সিনামিক অ্যাসিড ব্রোমিন সংযোজন করিয়া ডাইব্রোমোসিনামিক অ্যাসিড, $C_6H_5\text{-}CHBr\text{-}CHBr\text{-}COOH$,

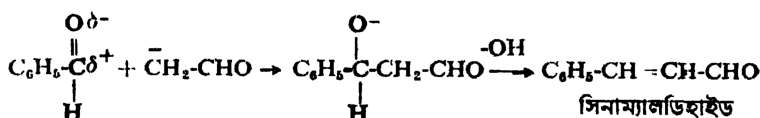
এবং প্যালাডিয়ামের উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন সংযোজন করিয়া হাইড্রোসিনামিক অ্যাসিড, C_6H_5-CH_2-CH_2-COOH, গঠন করে। 146° তাপাংকে ইহা স্টাইরিনে, C_6H_5-CH=CH_2, বিয়োজিত হয়। (নাইট্রিক অ্যাসিড সিনামিক অ্যাসিডকে বেনজ্যালডিহাইড ও বেনজোয়িক অ্যাসিডে জারিত করে। ধূমায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে অঃ ও প্যাঃ নাইট্রোসিনামিক অ্যাসিডে, O_2N-C_6H_4-CH=CH-COOH, রূপান্তরিত করে। সাধারণ তাপাংকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড ও সিনামিক অ্যাসিড প্রধানতঃ প্যাঃ সালফোসিনামিক অ্যাসিড গঠন করে।)

ব্যবহার: সিনামিক অ্যাসিড ফল ও শাকসবজী সংরক্ষণে প্রয়োজন; ইহার মিথাইল এস্টার সুগন্ধি।

সিনাম্যালডিহাইড, C_6H_5-CH=CH-CHO, দারুচিনির তৈলের মুখ্য উপাদান (50-65%); ক্যাশিয়া তৈলেও (10-85%) ইহা আছে। এদেশে বছরে প্রায় 7000 পাউণ্ড দারুচিনির তৈল (cinnamon oil) উৎপন্ন হয়। ইহার অধিকাংশ খাদ্য, পানীয় ও ঔষধ সুগন্ধি করিতে লাগে। বেনজ্যালডিহাইড, অ্যাসিট্যালডিহাইড এবং জলীয় কস্টিক সোডা (10%) গরম করিলে সিনাম্যালডিহাইড পাওয়া যায়।



$$CH_3\text{-}CHO + OH^- \rightarrow \bar{C}H_2\text{-}CHO + H_2O$$



$$C_6H_5\text{-}\overset{O^{\delta-}}{\overset{\|}{C}}{}^{\delta+}(H) + \bar{C}H_2\text{-}CHO \rightarrow C_6H_5\text{-}\overset{O^-}{\overset{|}{C}}(H)\text{-}CH_2\text{-}CHO \xrightarrow{-OH} C_6H_5\text{-}CH=CH\text{-}CHO$$

সিনাম্যালডিহাইড

ইহার রং হলুদ (স্ফুটনাংক 252°, আঃ গুঃ 1.11), গন্ধ মনোরম। জলে প্রায় অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়।

অ্যারোমেটিক ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড: অঃ, মেঃ ও প্যাঃ বেনজিন-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, HOOC-C_6H_4-COOH, যথাক্রমে থলিক অ্যাসিড, আইসোথলিক অ্যাসিড ও টেরিথলিক অ্যাসিড নামে পরিচিত। থলিক অ্যাসিডের বাণিজ্যিক গুরুত্ব সর্বাধিক; টেরিলিন (কৃত্রিম আঁশ) উৎপাদনে টেরিথলিক অ্যাসিডের চাহিদাও প্রচুর।



থলিক অ্যাসিড
(গলনাংক 230°)



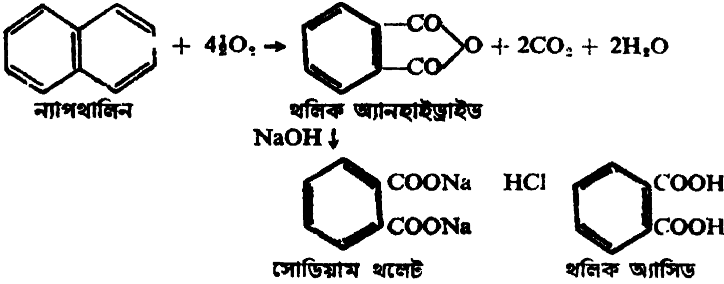
আইসোথলিক অ্যাসিড
(গলনাংক 348°)



টেরিথলিক অ্যাসিড
(300°-তে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়)

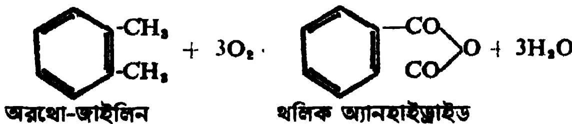
থলিক অ্যাসিড, বেনজিন-অরথো-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, HOOC-C_6H_4-COOH, শিল্পে ন্যাপথ্যালিন অথবা অঃ জাইলিনকে অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ু দ্বারা জারিত করিয়া তৈয়ার হয়।

প্রস্তুত প্রণালী : (১) ন্যাপথালিন হইতে : 350°-400°-তে ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইডের উপর দিয়া বাষ্পীয় ন্যাপথালিন ও অতিরিক্ত বায়ু পলকের জন্য (0.10 সেকেণ্ড) প্রবাহিত করিলে থলিক অ্যানহাইড্রাইড, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জল উৎপন্ন হয়। সঙ্গে সামান্য ম্যালেয়িক অ্যানহাইড্রাইড থাকে। পাতনে থলিক অ্যানহাইড্রাইড শোধিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 70-80%. ফুটন্ত জলীয় কস্টিক সোডা দ্বারা ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষে থলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।



অতীতে 300°-তে মারকিউরিক সালফেটের উপস্থিতিতে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ন্যাপথালিনকে থলিক অ্যাসিডে জারিত করা হইত। অনঘটকের আবিষ্কার দুর্ঘটনার ফলে; ন্যাপথালিনের সালফোনেশনে নাড়িবার সময় পারদের থার্মোমিটার ভাঙ্গিয়া যায়; পারদ ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় মারকিউরিক সালফেট গঠিত হয়। ইহার উপস্থিতিতে ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিডের বদলে প্রচুর থলিক অ্যাসিড মিলে। শস্তা থলিক অ্যাসিড জার্মানী কৃত্রিম নীল উৎপাদনে লাগায়; ফলে ভারতবর্ষে নীলের চাষ লোপ পায়। অন্যান্য পদ্ধতিতে অনেক বেশী পরিমাণ থলিক অ্যাসিড পাওয়া যায়; কাজেই এই প্রণালী এখন অচল।

(২) **অঃ জাইলিন হইতে:** শিল্পে 550°-তে বাষ্পীয় অরথো-জাইলিন এবং উত্তপ্ত বায়ু (অত্যধিক)-ভ্যানাডিয়াম পেন্টঅক্সাইডের উপর দিয়া অতি দ্রুত প্রবাহিত করিয়া থলিক অ্যানহাইড্রাইড তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 70-80%; বিশুদ্ধতা 99.7%.

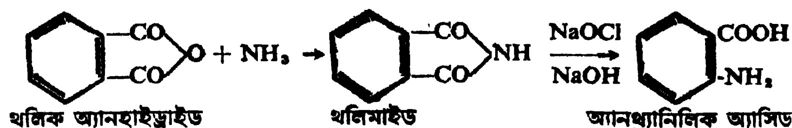


ধর্ম: থলিক অ্যাসিডের বর্ণহীন প্লেট-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 220°-230°) উত্তাপে থলিক অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। ফুটন্ত জলে ইহা আংশিক দ্রবণীয়, অ্যালকোহলে দ্রবণীয় এবং ইথারে অদ্রবণীয়। কার্বক্সিল গ্রুপ সন্নিকটবর্তী বলিয়া থলিক অ্যাসিড সহজে অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে। সমাবয়বী আইসোথলিক ও টেরিথলিক অ্যাসিডের তুলনায় ইহা তীব্রতর অম্ল। সোডা-চুন প্রবল উত্তাপে থলিক অ্যাসিডকে

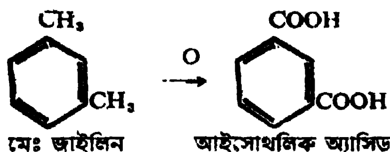
(আইসোথলিক ও টেরিথলিক অ্যাসিডকেও) প্রথমে বেনজোয়িক অ্যাসিডে ও অবশেষে বেনজিনে বিয়োজিত করে।

ব্যবহার: অ্যালকিড রজন উৎপাদনে অধিকাংশ থলিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। ডাই-ইথাইল থলেট সেলুলোজ অ্যাসিটেট বার্নিশের দ্রাবক। ডাইমিথাইল থলেট প্লাস্টিক নমনীয় করে; ইহা কীট-বিতাড়কও। বেনজোয়িক অ্যাসিড ও রঞ্জন-দ্রব্য ইহা হইতে তৈয়ার হয়।

থলিক অ্যানহাইড্রাইডের সাদা সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 128°) দ্রুত গরম করিলে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। ইহা পলিহাইড্রিক অ্যালকোহলের সঙ্গে যুক্ত হইয়া অ্যালকিড প্লাস্টিক গঠন করে। নির্জল অ্যামোনিয়া ও থলিক অ্যানহাইড্রাইড চাপ-পিষ্ট অবস্থায় 300°-তে থলিমাইড গঠন করে। ক্ষারীয় হাইপোক্লোরাইট থলিমাইডকে অ্যানথ্র্যানিলিক অ্যাসিডে (কৃত্রিম নীল উৎপাদনে ইহা লাগে) জারিত করে।

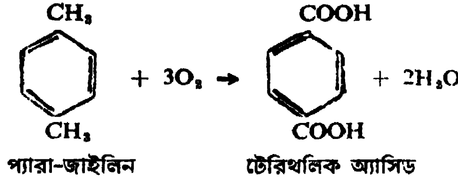


আইসোথলিক অ্যাসিড, বেনজিন-1,3-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, মেটা-জাইলিন ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কূপীতে কয়েক ঘণ্টা ফুটাইলে মিলে। শিল্পে পেট্রোলিয়াম শোধনাগারের মেঃ জাইলিন অতিরিক্ত বায়ু দ্বারা (ধাতব অনুঘটকের উপস্থিতিতে) আইসোথলিক অ্যাসিডে জারিত হয়। ইহার সাদা স্ফটিক (গলনাংক 348°) উত্তাপে অ্যানহাইড্রাইড গঠন করে না। অ্যালকিড শ্রেণীর কৃত্রিম রজন উৎপাদনে ইহা ব্যবহৃত হয়।

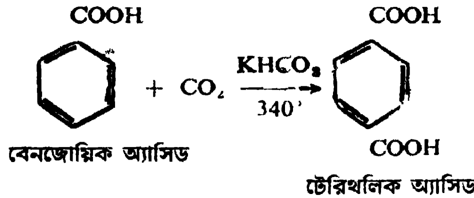


টেরিথলিক অ্যাসিড, বেনজিন-1,4-ডাইকার্বক্সিলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$. প্রথম প্রস্তুত হয় তারপিন তৈল (জার্মান ভাষায় *Terpentinöl*) হইতে, নামের প্রথম অংশ এই জন্য।

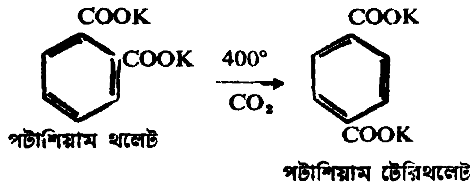
প্রস্তুত প্রণালী: (১) প্যারা-জাইলিন হইতে: শিল্পে গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে প্যারা-জাইলিন 50-30 গুণ বায়ু চাপে 130°-145° তাপাংকে কোবাল্ট লবণ অনুঘটকের উপস্থিতিতে বায়ু দ্বারা টেরিথলিক অ্যাসিডে জারিত হয়। পরিস্রুত টেরিথলিক অ্যাসিড ইথাইল অ্যালকোহল হইতে কেলাসিত করা হয়। লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড প্যারা-জাইলিনকে টেরিথলিক অ্যাসিডে জারিত করে; কিন্তু উৎপন্ন অ্যাসিডের বিশুদ্ধতা নিম্ন মানের।



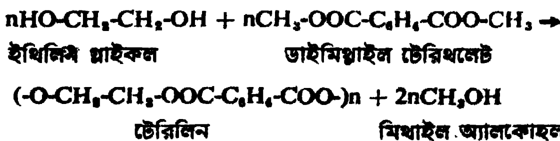
(২) **বেনজোয়িক অ্যাসিড হইতে:** বেনজোয়িক অ্যাসিড ও কার্বন ডাইঅক্সাইড পটাশিয়াম বাইকার্বনেটের উপস্থিতিতে 340°-তে 300 গুণ বায়ু চাপে গরম করিলে টেরিথলিক অ্যাসিড মিলে। উৎপাদনের পরিমাণ 60%. বেনজোয়িক অ্যাসিডের (ন্যাপথালিন হইতে প্রস্তুত) এই রূপান্তর টেরিলিন উৎপাদনে প্রযুক্ত হয়।



(৩) **পটাশিয়াম থলেট হইতে:** পটাশিয়াম থলেট ও কার্বন ডাইঅক্সাইড 200 গুণ বায়ু চাপে 400°-তে আণবিক পুনর্বিন্যাস করিয়া পটাশিয়াম টেরিথলেটে পরিণত হয়।

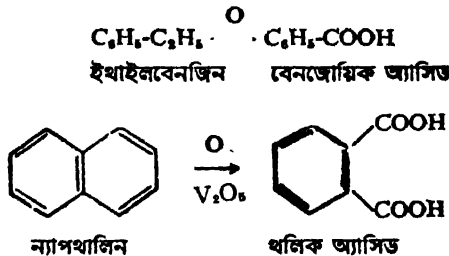


ধর্ম: টেরিথলিক অ্যাসিডের বর্ণহীন স্ফটিক 300° তাপাংকে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয়। ডাইমিথাইল টেরিথলেট, $CH_3\text{-}OOC\text{-}C_6H_4\text{-}COO\text{-}CH_3$, এবং ইথিলিন গ্লাইকল, $HOH_2C\text{-}CH_2OH$, বায়ুশূন্য পাত্রে উচ্চ তাপাংকে পুনঃ পুনঃ কনডেনসেশন বিক্রিয়ায় পলিমার গঠন করে; টেরিলিন নামক কৃত্রিম আঁশ ইহা হইতে প্রস্তুত হয়। টেরিলিন (গলনাংক 249°) অতি শক্ত আঁশ, দাহ্য কিন্তু আলোতে বিকৃত কিংবা জীবাণু দ্বারা আক্রান্ত হয় না। ইহা সামান্য জলাকর্ষী; ভিজা টেরিলিন তাড়াতাড়ি শুকায়।

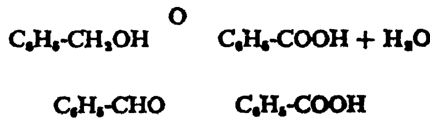


অ্যারোমেটিক অ্যাসিডের সাধারণ প্রস্তুত প্রণালী: (১) **অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন**

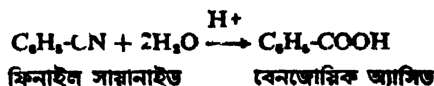
হইতে: তীব্র জারক যথা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড, ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট অথবা নাইট্রিক অ্যাসিড শাখা-শৃংখল-যুক্ত-বেনজিনকে অনুরূপ অ্যাসিডে জারিত করে। ইথাইলবেনজিন, C_6H_5-C_2H_5, হইতে বেনজোয়িক অ্যাসিড এবং অঃ জাইলিন, CH_3-C_6H_4-CH_3, হইতে থলিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ন্যাপথালিনকে ভ্যানাডিয়াম পেণ্টঅক্সাইডের উপস্থিতিতে বায়ু 400°-তে থলিক অ্যাসিডে জারিত করে।



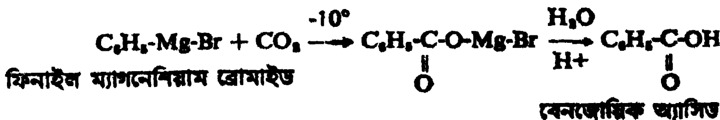
(২) অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও কিটোন হইতে: জারণে অ্যারোমেটিক অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও কিটোন যথারীতি কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



(৩) অ্যারিল সায়ানাইড হইতে: ফুটন্ত তীব্র ক্ষার কিংবা অম্ল অ্যারিল সায়ানাইডকে জলীয় দ্রবণে অনুরূপ কার্বক্সিলিক অ্যাসিডে আর্দ্র-বিশ্লেষ করে।



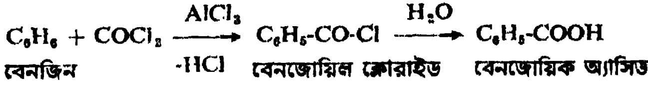
(৪) গ্রিনার বিকারক হইতে: অতি নিম্ন তাপাংকে অ্যারিল ম্যাগনেশিয়াম হ্যালাইড (গ্রিনার বিকারক) এবং কঠিন আকার কার্বন ডাইঅক্সাইড (শুষ্ক বরফ) সংযোজন-যৌগ গঠন করে; ইহার আম্লিক আর্দ্র-বিশ্লেষে অ্যাসিড পাওয়া যায়।



(৫) এস্টার হইতে: অ্যারোমেটিক অ্যাসিডের এস্টার ক্ষারীয় আর্দ্র-বিশ্লেষে যথারীতি অ্যাসিড ও অ্যালকোহলে বিয়োজিত হয়।



(৬) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন হইতে: ফ্রিডেল-ক্রাফট্‌স বিক্রিয়ায়: বেনজিন ও কার্বনিল ক্লোরাইড নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেনজোয়িল ক্লোরাইড গঠন করে। ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষে বেনজোয়িক অ্যাসিড মিলে।


$$C_6H_6 + COCl_2 \xrightarrow[-HCl]{AlCl_3} C_6H_5\text{-}CO\text{-}Cl \xrightarrow{H_2O} C_6H_5\text{-}COOH$$
বেনজিন — বেনজোয়িল ক্লোরাইড — বেনজোয়িক অ্যাসিড

প্রশ্নমালা

১। ফিনল ও বেনজাইল অ্যালকোহলের ধর্ম ও প্রস্তুত প্রণালীর সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর। ইহাদিগকে চিহ্নিত করা যায় কি উপায়ে?

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লিখ: (i) পার্কিন বিক্রিয়া, (ii) শটেন-বাউমান বিক্রিয়া ও (iii) বেনজোয়িলেশন।

৩। বেনজ্যালডিহাইড ও অ্যাসিট্যালডিহাইডের প্রস্তুত প্রণালী এবং ধর্মের সাদৃশ্য ও বৈষম্য বর্ণনা কর।

৪। বেনজ্যালডিহাইডের প্রস্তুত প্রণালী বিবৃত কর! ইহার সহিত (i) কস্টিক পটাশ, (ii) হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড, (iii) অ্যামোনিয়া ও (iv) ক্লোরিনের কি বিক্রিয়া ঘটে?

৫। বেনজিনকে বেনজাইল অ্যালকোহলে এবং বেনজাইল অ্যালকোহলকে বেনজিনে রূপান্তরিত করিবার পদ্ধতি সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

৬। বেনজোয়িক অ্যাসিড হইতে বেনজোয়িল ক্লোরাইড উৎপাদনের প্রণালী কি? বেনজোয়িল ক্লোরাইডের সহিত (i) অ্যামোনিয়া, (ii) জল ও (iii) কস্টিক সোডার কি বিক্রিয়া ঘটে?

৭। স্যালিসিলিক অ্যাসিড কি ভাবে তৈয়ার হয়? ইহার প্রধান ব্যবহার কি? বেনজোয়িক অ্যাসিড ও ফিনল হইতে ইহাকে চিহ্নিত করিবে কি উপায়ে?

৮। স্যালিসিলিক অ্যাসিডকে (i) ফিনল, (ii) অ্যাস্পিরিন ও (iii) বেনজিনে রূপান্তরিত করিবার পদ্ধতি কি?

৯। বেনজিন, অ্যানিলিন ও বেনজাইল ক্লোরাইড হইতে বেনজোয়িক অ্যাসিড প্রস্তুত করিবে কি ভাবে?

১০। কোন জৈব অ্যাসিডের 6.87 g সিলভার লবণ দহনের পর 2.34 g সিলভার পাওয়া গেল। এই অ্যাসিডের ইথাইল এস্টারের বাষ্প ঘনত্ব 75. অ্যাসিডের আণবিক ওজন নির্ণয় কর এবং আণবিক সংকেত লিখ।

১১। A চিহ্নিত জৈব অ্যাসিডের $C = 60.90\%$, $H = 4.33\%$. ইহার

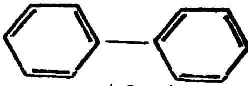
আণবিক ওজন 138, সোডা-চুনসহ গরম করিলে ইহা হইতে B চিহ্নিত যৌগ উৎপন্ন হয়। B অতি মৃদু অম্ল। ইহার C = 83.00%, H = 6.38% এবং আণবিক ওজন 94. A ও B-এর আণবিক গঠন কি?

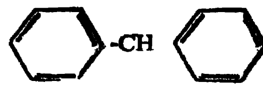
১২। A চিহ্নিত যৌগের C = 69.4%, H = 5.8% এবং N = 11.6%. ফুটন্ত কস্টিক সোডা ইহা হইতে অ্যামোনিয়া বিচ্ছিন্ন করে। অবশিষ্ট তরলে সাল-ফিউরিক অ্যাসিড যোগ করিলে B চিহ্নিত যৌগ অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহার C = 68.8% এবং H = 4.9%. B যৌগের সোডিয়াম লবণ ও সোডা-চুন পাতনে C চিহ্নিত যৌগ পাওয়া যায়। ইহার C = 92.3%, H = 7.7% এবং বাষ্প ঘনত্ব 39. A, B এবং C-এর আণবিক গঠন কি?

একবিংশতি অধ্যায়

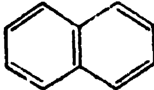
ন্যাপথালিন ও অ্যানথ্রাসিন

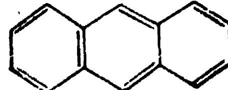
একাধিক বেনজিন বলয়-বিশিষ্ট (সংক্ষেপে পলিনিউক্লিয়ার) অ্যারোমেটিক যৌগে বেনজিন বলয় বিচ্ছিন্ন অবস্থায় কিংবা অঙ্গাঙ্গী ভাবে অবিচ্ছিন্ন অবস্থায় থাকিতে পারে। দৃষ্টান্ত যথাক্রমে: ডাইফিনাইল, ডাইফিনাইলমিথেন ইত্যাদি এবং ন্যাপথালিন, অ্যানথ্র্যাসিন প্রভৃতি। শেষোক্ত যৌগে সকল বেনজিন বলয়ের স্বতন্ত্র অস্তিত্ব নাই; ন্যাপথালিনে দুইটি কার্বন পরমাণু উভয় বলয়ের সাধারণ অঙ্গ (শ্যামদেশীয় যমজের মত)। ইহার মোট কার্বন সংখ্যা দশ (বার নয়)।


ডাইফিনাইল



ডাইফিনাইলমিথেন


ন্যাপথালিন


অ্যানথ্রাসিন

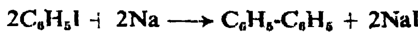
ডাইফিনাইল, C_6H_5-C_6H_5, আলকাতরায় সামান্য আছে। শিল্পে বাষ্পীয় বেনজিন 750°-তে গলিত লেডের কিংবা 700°-850°-তে পিউমিস-পূর্ণ লোহার নলের ভিতর দিয়া চালিত করিয়া ইহা তৈয়ার হয়।



$$2C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5\text{-}C_6H_5 + H_2$$

বেনজিন ডাইফিনাইল

খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কূপীতে নির্জল ইথার দ্রবণে আইয়োডোবেনজিন এবং সোডিয়াম ফুটাইয়া পরীক্ষাগারে ডাইফিনাইল প্রস্তুত করা চলে। উৎপাদনের পরিমাণ অল্প।



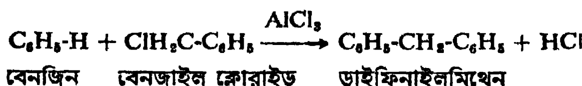
$$2C_6H_5I + 2Na \longrightarrow C_6H_5\text{-}C_6H_5 + 2NaI$$

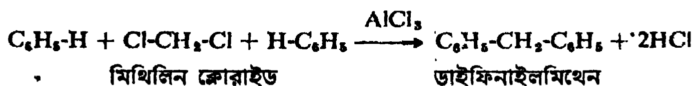
আইয়োডোবেনজিন ডাইফিনাইল

ধর্ম: ডাইফিনাইলের সুগন্ধি স্ফটিক প্লেটের মত (গলনাংক 71°, স্ফুটনাংক 254°, আঃ গুঃ 1.041); অ্যালকোহল বা ইথারে অতি দ্রবণীয়। বেনজিনের মত ইহাকে সালফোনেশন, নাইট্রেশন বা হ্যালোজেনেশন করা যায়। ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাকে প্রধানতঃ কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলে বিয়োজিত করে; উৎপন্ন বেনজোয়িক অ্যাসিডের পরিমাণ অতি অল্প। লেবুজাতীয় ফল সংরক্ষণে ডাইফিনাইল-মাখানো-কাগজ ব্যবহৃত হয়। উচ্চ স্ফুটনাংক এবং স্থিতিশীলতার জন্য ইনজিনিয়ারিং শিল্পে তাপ-বিনিময়ের মাধ্যম-রূপে ইহার প্রয়োগ ব্যাপক। ডাইফিনাইল অণুতে দুইটি বেনজিন বলয় একই সরল-রেখায় অবস্থিত (প্রজাপতির পাখার মত একটির উপর অন্যটি ভাঁজ করা অবস্থায় নয়)

কারণ প্যাঃ, প্যাঃ ডাইক্লোরোডাইফিনাইলের, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$, ডাইপোল মোমেন্ট শূন্য, 0.

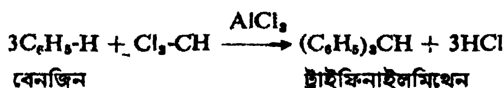
ডাইফিনাইলমিথেন, $C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}C_6H_5$, ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়ায় বেনজিন এবং বেনজাইল ক্লোরাইড (অথবা মিথিলিন ক্লোরাইড) হইতে পাওয়া যায়।

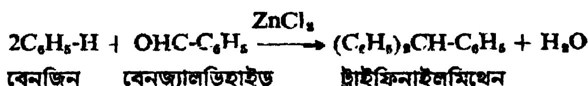




ইহার বর্ণহীন স্ফটিক (গলনাংক 26°, স্ফুটনাংক 266°) সূচ-আকৃতি, গন্ধ জিরানিয়াম তৈলের মত; সাবান সুগন্ধি করিতে ইহা ব্যবহৃত হয়। ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাকে বেনজোফিনোনে, $C_6H_5\text{-}CO\text{-}C_6H_5$, জারিত করে। দিবালোকে ক্লোরিন ডাইফিনাইল ডাইক্লোরাইড, $C_6H_5\text{-}CCl_2\text{-}C_6H_5$, গঠন করে কিন্তু লৌহ কণার উপস্থিতিতে প্যাঃ, প্যাঃ ডাইক্লোরোডাইফিনাইলমিথেন, $Cl\text{-}C_6H_4\text{-}CH_2\text{-}C_6H_4\text{-}Cl$, উৎপন্ন হয়।

ট্রাইফিনাইলমিথেন, $(C_6H_5)_3CH$, বেনজিন ও ক্লোরোফরম হইতে ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়ায়, অথবা বেনজিন ও বেনজ্যালডিহাইড জিংক ক্লোরাইডসহ 270°-তে গরম করিয়া তৈয়ার হয়।



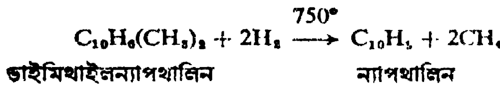


ইহা বর্ণহীন কঠিন আকার (গলনাংক 92°, স্ফুটনাংক 359°); ইথার ও গরম বেনজিন বা অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। ইলেকট্রন-আকর্ষী তিনটি ফিনাইল গ্রুপ মিথাইল হাইড্রোজেনের বন্ধন শিথিল করিয়াছে—ইহা প্রোটনরূপে সহজে বিচ্ছিন্ন হয় এবং সোডিয়ামের সহিত ট্রাইফিনাইলমিথাইল সোডিয়াম, $(C_6H_5)_3C^-Na^+$, গঠনে সাহায্য করে। ক্রোমিক অ্যাসিড ইহাকে টারশিয়ারী অ্যালকোহলে, (ট্রাইফিনাইলকার্বিনলে $(C_6H_5)_3C\text{-}OH$,) জারিত করে। ম্যালাকাইট গ্রীন, মেজেন্টা, মিথাইল ভায়োলেট, ফ্লোরেসিন প্রভৃতি রঞ্জন-দ্রব্যের মূল কাঠামো ট্রাইফিনাইলমিথেন।

ন্যাপথালিন, $C_{10}H_8$, আলকাতরার গরিষ্ঠ উপাদান (5-10%); এক গ্যালন হইতে প্রায় এক পাউণ্ড ন্যাপথালিন পাওয়া যায়। ইহা উদ্বায়ী এবং সকল তাপাংকে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়; অশোধিত ন্যাপথা পাতন কালে ইহা কনডেনসার পাইপে জমে (নাম এই জন্য)। মিডল অয়েল অংশ শীতল করিলে প্রচুর ন্যাপথালিন স্ফটিকাকারে অধঃক্ষিপ্ত হয়।

প্রস্তুত প্রণালী: (১) **আলকাতরা হইতে:** মিডল অয়েল অংশ গরম অবস্থায় অগভীর ইস্পাত পাত্রে ঢালিলে ঠাণ্ডা হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ন্যাপথালিন পিণ্ড আকারে জমাট বাঁধে। গুঁড়া ন্যাপথালিন সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রে তৈল-মুক্ত (প্রধানতঃ ফিনল) করিয়া কস্টিক সোডা দ্রবণ ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা ধুইলে যথাক্রমে আম্লিক ফিনল ও ক্ষারীয় পিরিডিন অপসারিত হয়। ঊর্ধ্ব-পাতনে প্রায় বিশুদ্ধ ন্যাপথালিন পাওয়া যায়, ইহাতে সামান্য থায়োন্যাপথিন, C_8H_6S, থাকে।

(২) **পেট্রোলিয়াম হইতে:** উচ্চ তাপাংকে ও চাপে ক্রোমিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম অনুঘটকের উপস্থিতিতে অশোধিত খনিজ তৈল ও হাইড্রোজেন গরম করিলে অ্যালকিলন্যাপথালিন গঠিত হয়। 750° তাপাংকে চাপ-পিষ্ট হাইড্রোজেন ও আলকিলন্যাপথালিন কোবাল্ট ও মলিবডিনাম অনুঘটকের উপস্থিতিতে (বা অনুপস্থিতিতে) গরম করিয়া ন্যাপথালিন (99%) উৎপন্ন হয়। এই ন্যাপথালিন সালফার-মুক্ত।

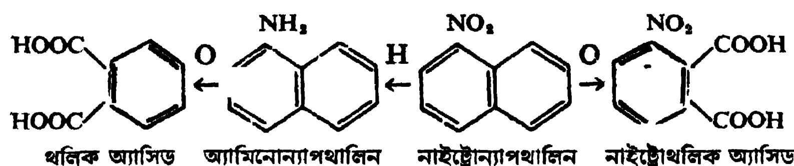


$$C_{10}H_6(CH_3)_2 + 2H_2 \xrightarrow{750^\circ} C_{10}H_8 + 2CH_4$$

ডাইমিথাইলন্যাপথালিন ন্যাপথালিন

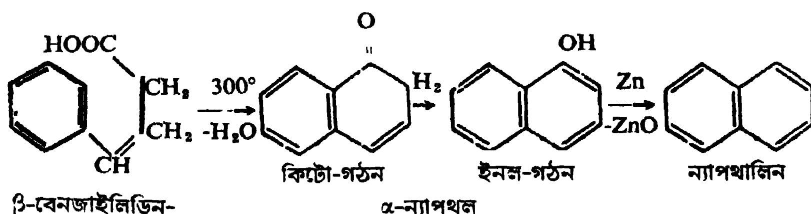
ধর্ম: ন্যাপথালিনের সাদা চকচকে স্ফটিক (গলনাংক 80°, স্ফুটনাংক 218°, আঃ গুঃ 1.145) স্টীমে উদ্বায়ী, জলে অদ্রবণীয় কিন্তু বেনজিন, গরম অ্যালকোহল, টেট্রালিন ও ইথারে অতি দ্রবণীয়। ইহার গন্ধ মধুর নয়, অপ্রীতিকরও নয়। ন্যাপথালিন সহজ-দাহ্য; বায়ুতে রক্তিম শিখায় প্রচুর ভুসাসহ জ্বলে। ন্যাপথালিন পিকরেটের, $C_{10}H_8.C_6H_2(NO_2)_3OH$, সোনালী সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 150°) শনাক্তকরণে ও পরিমাণ নিরূপণে কাজে লাগে। ন্যাপথালিন ও পিকরিক অ্যাসিডের গাঢ় অ্যালকোহলীয় দ্রবণ মিশাইলে ইহা অধঃক্ষিপ্ত হয়।

আণবিক গঠন: ন্যাপথালিনের আণবিক সংকেত $C_{10}H_8$. 1866 খ্রীস্টাব্দে আরলেনমায়ার ঘোষণা করেন কেকুলে ধরনের দুইটি বেনজিন বলয় অঙ্গাঙ্গী ভাবে মিশিয়া ন্যাপথালিন অণু গঠন করিয়াছে। পরে ইহার সত্যতা প্রমাণিত হইয়াছে। নাইট্রো-ন্যাপথালিনকে, $C_{10}H_7\text{-}NO_2$, ক্রোমিক অ্যাসিড অরথো-নাইট্রোথলিক অ্যাসিডে $O_2N\text{-}C_6H_3(COOH)_2$, জারিত করে। ইহাতে নাইট্রো-গ্রুপ-যুক্ত বেনজিন বলয়টি অটুট থাকে। কিন্তু নাইট্রোন্যাপথালিনকে প্রথমে অ্যামিনোন্যাপথালিনে বিজারিত করিয়া পরে ক্রোমিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিলে, থলিক অ্যাসিড, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে অ্যামিনো-গ্রুপ-যুক্ত বেনজিন বলয় বিনষ্ট, এবং নাইট্রোজেন-মুক্ত বেনজিন বলয়টি থলিক অ্যাসিড গঠন করিয়াছে। নাইট্রো গ্রুপ বেনজিন বলয়কে নিষ্ক্রিয় করে, কাজেই নাইট্রো-গ্রুপ-বিশিষ্ট বেনজিন বলয় জারকের আক্রমণ প্রতিহত করে। পক্ষান্তরে অ্যামিনো গ্রুপ বেনজিন বলয়কে সক্রিয় করে; সহজেই জারক ইহাকে ভাঙিতে পারে। একাধিক সংশ্লেষণ এই গঠন নির্ভুল প্রতিপন্ন করিয়াছে।



থলিক অ্যাসিড অ্যামিনোন্যাপথালিন নাইট্রোন্যাপথালিন নাইট্রোথলিক অ্যাসিড

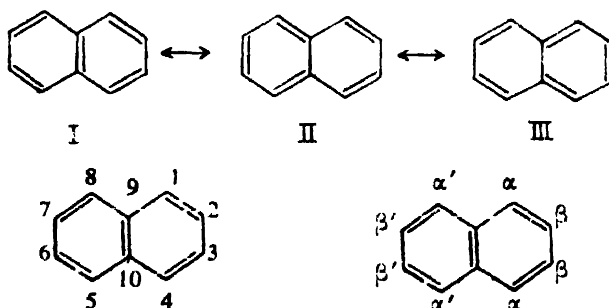
ফিটিগ (1885) β-বেনজাইলিডিনপ্রোপাইয়োনিক অ্যাসিডকে 300°-তে গরম করিয়া α-ন্যাপথল এবং জিংক চূর্ণসহ ইহার পাতনে ন্যাপথালিন প্রস্তুত করেন।



কিটো-গঠন ইনল-গঠন ন্যাপথালিন

β-বেনজাইলিডিন-প্রোপাইয়োনিক অ্যাসিড α-ন্যাপথল

বেনজিনের মত ন্যাপথালিনেরও প্রকৃত আণবিক গঠন একাধিক সংস্পন্দনশীল গঠনের সংকর; সংস্পন্দন শক্তি (61 kcal/mole) এবং C-C বন্ধন দৈর্ঘ্য হইতে ইহার সমর্থন মিলে।



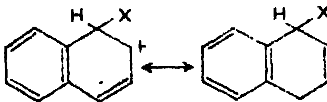
C_2-C_3, C_9-C_{10} এবং C_1-C_9 বন্ধন দৈর্ঘ্য = 1.42 Å, C_1-C_2 বন্ধন দৈর্ঘ্য = 1.36 Å; ইহা C-C একবন্ধ দৈর্ঘ্য (1.53 Å) এবং C-C দ্বিবন্ধ দৈর্ঘ্যের (1.33 Å) মাঝামাঝি। কিন্তু বেনজিনের C-C বন্ধন দৈর্ঘ্য অপেক্ষা C_1-C_2 বন্ধন দৈর্ঘ্য হ্রস্বতর এবং অন্যান্য বন্ধন দৈর্ঘ্য দীর্ঘতর। I, II এবং III গঠন সংকর আণবিক গঠনে সমান অংশ গ্রহণ করিলে, ইহার C_1-C_2 বন্ধন 2/3 দ্বিবন্ধ এবং C_1-C_9, C_9-C_{10} এবং C_2-C_3 বন্ধন 1/3 দ্বিবন্ধের বৈশিষ্ট্য পায়। ন্যাপথালিনের বন্ধন দৈর্ঘ্য এই যুক্তির অনুকূলে (বেনজিনের C-C বন্ধন বৈশিষ্ট্য $\frac{1}{2}$ দ্বিবন্ধের)।

ন্যাপথালিন অণুর সকল হাইড্রোজেন বেনজিন বলয়ের হাইড্রোজেনের মত সমতুল্য নয়; উভয় বলয়ের চারটি α-স্থানীয় হাইড্রোজেন প্রতিসম (symmetrical) এবং তুল্য;

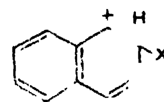
অপর চারটি β-স্থানীয় হাইড্রোজেনও তাহাই। কিন্তু α- ও β-হাইড্রোজেনের অবস্থান অপ্রতিসম। ইহার ফলে ন্যাপথালিনের কোন হাইড্রোজেন অপর পরমাণু বা গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে দুইটি সমাবয়বী যৌগ উৎপন্ন হয়; যথা α-ন্যাপথল, $C_{10}H_7$-OH, এবং β-ন্যাপথল, $C_{10}H_7$-OH.। α-অবস্থান β-অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয় বলিয়া ন্যাপথালিনের প্রতিস্থাপন সর্ব প্রথম এই স্থানে ঘটে। কার্বন 1 ও 2-এর মধ্যস্থিত দ্বিবন্ধ অনেকটা ইথিলিনের দ্বিবন্ধের মত (তেমনি কার্বন 7 ও কার্বন 8-এর মধ্যবর্তী দ্বিবন্ধ)। α- এবং β-কার্বনের অধিকতর সক্রিয়তা এই জন্য।

ব্যবহার: ন্যাপথালিন প্রধানতঃ থলিক অ্যানহাইড্রাইডে জারিত হয়; ডেকালিন, টেট্রালিন, β-ন্যাপথল, কৃত্রিম নীল, বিবিধ কীট-নাশক দ্রব্য, রঞ্জক প্রভৃতি প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ ভাবে ন্যাপথালিন হইতে প্রস্তুত হয়। পশমী বস্ত্র সংরক্ষণে ইহা কীট-নাশক মৃদু, বিষ 'মথ-বল'রূপে ব্যবহৃত হয়।

ন্যাপথালিনের বিক্রিয়ার প্রধান বৈশিষ্ট্য দুইটি: (i) ইহা বেনজিন অপেক্ষা অধিকতর সক্রিয়; যথা: ক্ষারীয় পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাকে থ্যালোনিক অ্যাসিডে, HOOC-C_6H_4-CO-COOH, জারিত করে; সোডিয়াম ও ইথাইল অ্যালকোহল ইহাকে 1,4-ডাইহাইড্রোন্যাপথালিনে, $C_{10}H_{10}$, বিজারিত করে; গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের অনুপস্থিতিতে নাইট্রিক অ্যাসিড (অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে) α-নাইট্রোন্যাপথালিন, $C_{10}H_7NO_2$, গঠন করে, ইত্যাদি কিন্তু সকল ক্ষেত্রেই পূর্ণাঙ্গ বেনজিন বলয় অপরিবর্তিত থাকে। ইহার প্রধান কারণ ন্যাপথালিনের দুইটি সংস্পন্দনশীল গঠনে (II এবং III) একটি করিয়া হেক্সাডাইয়িন (দুইটি দ্বিবন্ধ-বিশিষ্ট যুক্ত-শৃংখল হাইড্রোকার্বন) আছে। ইহা পূর্ণাঙ্গ বেনজিন বলয় অপেক্ষা কম স্থিতিশীল (ইহাতে অ্যারোমেটিক সেক্সটেট নাই), অতএব বেশী সক্রিয়। (ii) ইলেকট্রন-কামী গ্রুপ বা পরমাণু ন্যাপথালিনের α-অবস্থানে প্রধানতঃ প্রবেশ করে (β-স্থানে নয়)। ইহার কারণ α-প্রতিস্থাপনে অন্তবর্তী অস্থিতিশীল গঠন সংস্পন্দন দ্বারা অধিকতর স্থিতিশীলতা অর্জন করে (ইহার দুইটি গঠন সম্ভব এবং বলয়ের পজিটিভ চার্জ দুই বিভিন্ন কার্বনে আছে)। β-প্রতিস্থাপনে ইহা হইতে পারে না এবং পজিটিভ চার্জ একটি কার্বনে নিবদ্ধ। ইহার স্থিতিশীলতা অতি অল্প; কাজেই β-প্রতিস্থাপন সহজে ঘটিতে পারে না।



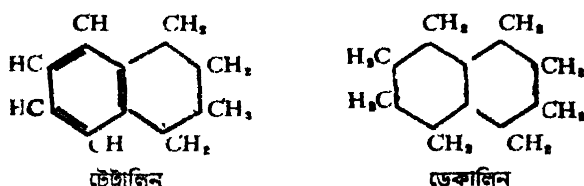
α-প্রতিস্থাপন



β-প্রতিস্থাপন

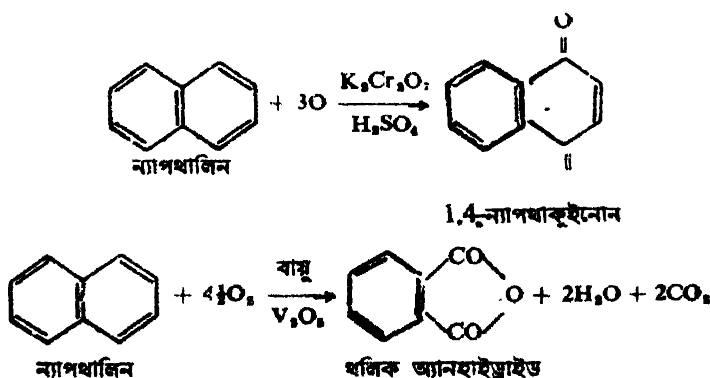
বিক্রিয়া: (১) **হাইড্রোজেন সংযোজন:** ন্যাপথালিনকে সোডিয়াম ও ফুটন্ত ইথাইল অ্যালকোহল কঠিন আকার 1,4-ডাইহাইড্রোন্যাপথালিনে, $C_{10}H_{10}$, (গলনাংক 25°) বিজারিত করে। সোডিয়াম ও ফুটন্ত আইসোঅ্যামাইল অ্যালকোহল ইহাকে তরল

1,2,3,4-টেট্রাহাইড্রোন্যাপথালিন বা টেট্রালিনে, $C_{10}H_{12}$, (স্ফুটনাংক 207°) বিজারিত করে। টেট্রালিনে নবাগত চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু একই বেনজিন বলয়ে প্রবেশ করিয়াছে। শিল্পে নিকেল কণার উপস্থিতিতে 200°-তে ন্যাপথালিনে 10-15 গুণ বায়ু চাপে হাইড্রোজেন চালিত করিয়া টেট্রালিন তৈয়ার হয়। টেট্রালিনের বেনজিন বলয় বিজারিত করা কঠিন; এজন্য উগ্রতর পরিবেশ আবশ্যক। 40 গুণ বায়ু চাপে 260° তাপাংকে নিকেল কণার উপস্থিতিতে হাইড্রোজেন টেট্রালিনকে প্রধানতঃ ডেকাহাইড্রো-ন্যাপথালিন বা ডেকালিনে, $C_{10}H_{18}$, বিজারিত করে। ইহাও বর্ণহীন তরল; ইহা দামী কিন্তু টেট্রালিন অপেক্ষা উৎকৃষ্টতর নয়। মোটরযানের জ্বালানি এবং বীজ হইতে তেল নিষ্কাশনে টেট্রালিন ব্যবহৃত হয়।



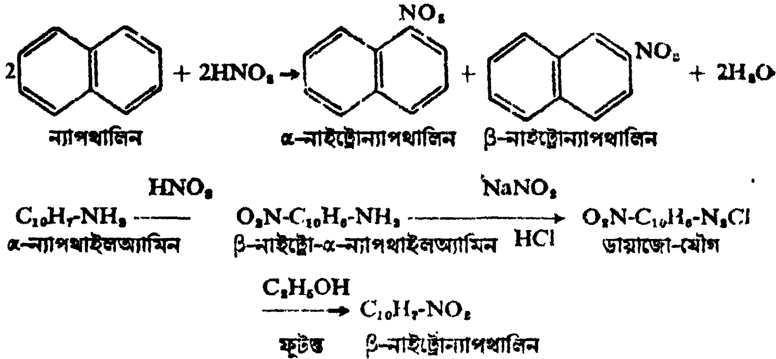
টেট্রালিন ডেকালিন

(২) জারণ: ফুটন্ত পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড ন্যাপথালিনকে 1,4-ন্যাপথাকুইনোনে জারিত করে। 400°-450° তাপাংকে ভ্যানাডিয়াম পেন্ট-অক্সাইডের উপস্থিতিতে বায়ু ন্যাপথালিনকে থলিক অ্যানহাইড্রাইডে বিয়োজিত করে।

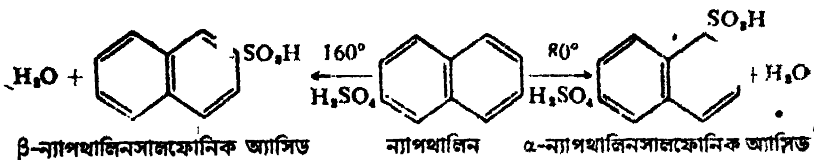


(৩) নাইট্রেশন: গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড ও গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড বিনা উত্তাপে ন্যাপথালিনকে α-নাইট্রোন্যাপথালিন (95%) এবং β-নাইট্রোন্যাপথালিনে (5%) রূপান্তরিত করে। β-যৌগ স্টীমে উদ্বায়ী কিন্তু α-যৌগ তাহা নয়। α-নাইট্রোন্যাপথালিনের হলুদ গন্ধহীন স্ফটিক (গলনাংক 58°) বায়ু-শূন্য পাত্র হইতে 40° তাপাংকে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। ইহা জলে অদ্রবণীয়; বেনজিন, ইথার ও গরম অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। রঞ্জক শিল্পের জন্য ইহা α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনে, $C_{10}H_7-NH_2$, বিজারিত হয়। β-নাইট্রোন্যাপথালিন (গলনাংক 70°) বর্ণহীন, উত্তাপে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয় না। ন্যাপ-

থালিন হইতে ইহা সরাসরি তৈয়ার করা যায় না। প্রথমে α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনকে লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা β-নাইট্রো-α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনে এবং পরে ইহার অ্যামিনো গ্রুপকে ডায়াজো গ্রুপে রূপান্তরিত করা হয়। ইহাতে ইথাইল অ্যালকোহল মিশাইয়া ফুটাইলে নাইট্রোজেন বিচ্ছিন্ন হয় ও β-নাইট্রোন্যাপথালিন পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 80%.

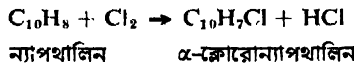


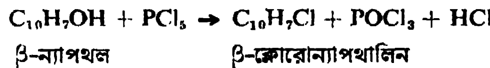
(৪) **সালফোনেশন:** গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ও ন্যাপথালিন α- ও β-ন্যাপথালিন-সালফোনিক অ্যাসিড গঠন করে, ইহাদের উৎপাদনের অনুপাত তাপাংকের উপর নির্ভর করে। অনধিক 80°-তে প্রধানতঃ α-ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিড (95%) উৎপন্ন হয় এবং 5% β- কিন্তু 160° তাপাংকে বা ইহার ঊর্ধ্বে 85% β-ন্যাপথালিন-সালফোনিক অ্যাসিড এবং 15% α-যৌগ পাওয়া যায়। এই বিক্রিয়া উভয়-মুখী। α-অ্যাসিডের ক্যালশিয়াম লবণ β-অ্যাসিডের অনুরূপ লবণ অপেক্ষা জলে অধিকতর দ্রবণীয়; ইহাদিগকে দ্রাবকের সাহায্যে পৃথক করা চলে। নির্জল α- এবং β-ন্যাপথালিনসাল-ফোনিক অ্যাসিডের গলনাংক যথাক্রমে 140° এবং 91°; উভয়েই স্ফটিকাকার এবং জলাকর্ষী। রঞ্জক শিল্পের জন্য ইহাদিগকে α- ও β-ন্যাপথলে রূপান্তরিত করা হয়।

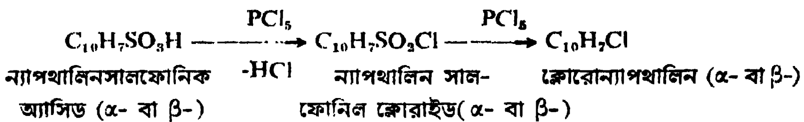


(৫) **হ্যালোজেনেশন:** আলোর উপস্থিতিতে ক্লোরোফরমে দ্রবীভূত ন্যাপথালিনে সাধারণ তাপাংকে নির্জল ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে ন্যাপথালিন-1,4-ডাইক্লোরাইড, $C_{10}H_8Cl_2$, উৎপন্ন হয়। ইহা হলুদ বর্ণের তরল এবং অস্থিতিশীল; 40° তাপাংকে ইহা 1-ক্লোরোন্যাপথালিনে, $C_{10}H_7Cl$, বিয়োজিত হয়। বেশী ক্ষণ ক্লোরিন প্রবাহিত করিলে ন্যাপথালিন-1,2,3,4,-টেট্রাক্লোরাইড, $C_{10}H_8Cl_4$, পাওয়া যায়, গরম কস্টিক পটাশ ইহাকে সমাবয়বী তিনটি ডাইক্লোরোন্যাপথালিনে, $C_{10}H_6Cl_2$, পরিবর্তিত

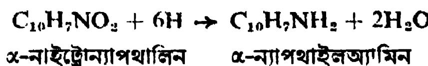
করে। ব্রোমিনের বিক্রিয়া ক্লোরিনের মত। ন্যাপথালিনের ফুটন্ত বেনজিন দ্রবণে অনুঘটক ছাড়া ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে, 1-ক্লোরোন্যাপথালিন, $C_{10}H_7Cl$, (95%) এবং 2-ক্লোরোন্যাপথালিন (5%) পাওয়া যায়। 2- বা β-ক্লোরোন্যাপথালিন β-ন্যাপথল ও ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়ায় তৈয়ার করা চলে; ন্যাপথালিনের সরাসরি ক্লোরিনেশনে ইহা মিলে না। α- অথবা β-ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিডকেও ফসফরাস পেণ্টাক্লোরাইড অনুরূপ ক্লোরোন্যাপথালিনে রূপান্তরিত করে। আংশিক পাতনে ইহাদিগকে পৃথক করা হয়; α-ক্লোরোন্যাপথালিন হালকা হলুদ বর্ণের তরল (স্ফুটনাংক 259°), β-যৌগ স্ফটিকাকার (গলনাংক 61°)। α-ক্লোরোন্যাপথালিন কীট-নাশক বিষ; সংঘর্ষ হ্রাস করিতেও (lubrication) ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহাদের ক্লোরিন পরমাণু বলয়ের সহিত দৃঢ় ভাবে যুক্ত; ফুটন্ত কস্টিক সোডা ইহাকে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না। তরল ন্যাপথালিনে ফেরিক ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে অত্যধিক ক্লোরিন গ্যাস চালিত করিলে, অকটাক্লোরোন্যাপথালিন, $C_{10}Cl_8$, উৎপন্ন হয়। ইহা দেখিতে মোমের মত (গলনাংক 203°) এবং অদাহ্য।



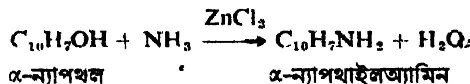




ন্যাপথাইলঅ্যামিন, অ্যামিনোন্যাপথালিন, α- ও β-, $C_{10}H_7\text{-}NH_2$, সামান্য পরিমাণে আলকাতরায় আছে। শিল্পে α-নাইট্রোন্যাপথালিনকে 100° তাপাংকে লৌহ কণা ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দ্বারা α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনে বিজারিত করা হয়। ক্ষারীয় মিশ্রণ উচ্চ চাপ-বিশিষ্ট (superheated) স্টীমের সহিত পাতন করিলে ইহা পাওয়া যায়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.



অ্যামোনিয়া ও জিংক ক্লোরাইড 250°-তে α-ন্যাপথলকে α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনে পরিবর্তিত করে।



α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনের বর্ণহীন সচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 50°) দুর্গন্ধযুক্ত এবং বিষাক্ত; ইহা বায়ুর সংস্পর্শে ক্রমশঃ বাদামী হয়। α-ন্যাপথাইলঅ্যামিন জলে প্রায়

অদ্রবণীয়; অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে অতি দ্রবণীয়। ইহা স্টীমে উদ্বায়ী; টোলেঁ বিকারককে বিজারিত করে। ফুটন্ত অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে ক্রোমিয়াম ট্রাইঅক্সাইড α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনকে α-ন্যাপথাকুইনোনে, $O=C_{10}H_6=O$, জারিত করে; কিন্তু পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ইহাকে থলিক অ্যাসিডে, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, বিয়োজিত করে। α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনের জলীয় দ্রবণ ও ফেরিক ক্লোরাইড নীল অধঃক্ষেপ গঠন করে; β-যৌগ তাহা করে না। অতএব ইহাদিগকে চিহ্নিত করা সহজ। α-ন্যাপথাইলঅ্যামিন রঞ্জন-দ্রব্য উৎপাদনে লাগে।

β-ন্যাপথাইলঅ্যামিন, $C_{10}H_7NH_2$: জায়মান হাইড্রোজেন (জিংক কণা ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড) β-নাইট্রোন্যাপথালিনকে (ইহা সহজলভ্য নয়) β-ন্যাপথাইলঅ্যামিনে বিজারিত করে। শিল্পে β-ন্যাপথল ও গাঢ় অ্যামোনিয়া 6 গুণ বায়ু চাপে 150°-তে জলীয় অ্যামোনিয়াম বাইসালফাইটের উপস্থিতিতে গরম করিয়া β-ন্যাপথাইলঅ্যামিন প্রস্তুত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 98%. β-ন্যাপথালিনসালফোনিক অ্যাসিড ও কস্টিক সোডা গলাইলেও β-ন্যাপথল পাওয়া যায়।

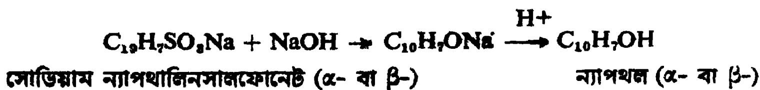


$$C_{10}H_7OH + NH_3 \xrightarrow{NH_4HSO_3} C_{10}H_7NH_2 + H_2O$$

β-ন্যাপথল β-ন্যাপথাইলঅ্যামিন

β-ন্যাপথাইলঅ্যামিনের বর্ণহীন, গন্ধহীন প্লেট-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 112°), গরম জলে দ্রবণীয় ও স্টীমে উদ্বায়ী। ইহাও টোলেঁ বিকারককে বিজারিত করে। অ্যাজো-রঞ্জক উৎপাদনে ইহা আবশ্যক। β-ন্যাপথাইলঅ্যামিন বিপদজনক, মূত্রাশয়ে গেলে ক্যানসার হইতে পারে।

ন্যাপথল, হাইড্রক্সিন্যাপথালিন, α- ও β-, $C_{10}H_7OH$, আলকাতরায় সামান্য আছে; α- বা β-ন্যাপথাইলঅ্যামিনকে ডায়াজো যৌগে রূপান্তরিত করিয়া ফুটন্ত জলে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিলে পাওয়া যায়। শিল্পে সোডিয়াম ন্যাপথালিন-α-সালফোনেট ও সামান্য-জল-মিশ্রিত কস্টিক সোডা 300°-তে গলাইয়া শীতল মিশ্রণের জলীয় দ্রবণে যথেষ্ট সালফিউরিক অ্যাসিড মিশানো হয়। অধঃক্ষিপ্ত α-ন্যাপথল অনুপ্রেষ পাতনে শোধন করা চলে। উৎপাদনের পরিমাণ 80%. β-ন্যাপথলও এই ভাবে প্রস্তুত হয়।



$$C_{10}H_7SO_3Na + NaOH \rightarrow C_{10}H_7ONa \xrightarrow{H^+} C_{10}H_7OH$$

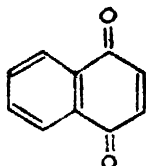
সোডিয়াম ন্যাপথালিনসালফোনেট (α- বা β-) ন্যাপথল (α- বা β-)

শিল্পে α-ন্যাপথাইলঅ্যামিনকে 20% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা 185° তাপাংকে 10 গুণ বায়ু চাপে আর্দ্র-বিশ্লেষ করিয়া α-ন্যাপথল তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%.

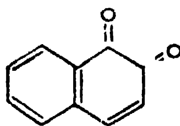
α-ন্যাপথলের সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 96°) জলে সামান্য দ্রবণীয়; ইথার, অ্যালকোহল ও বেনজিনে সহজে দ্রবণীয়। ইহা জীবাণু-নাশক; গন্ধ ফিনলের মত কিন্তু

মৃদু। সামান্য উত্তাপে α-ন্যাপথল ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়; ইহা স্টীমে উদ্বায়ী। জলীয় কস্টিক সোডায় ইহা সোডিয়াম ন্যাপথোক্সাইডরূপে দ্রবীভূত হয়। কার্বন ডাইঅক্সাইড ইহাকে পুনরায় α-ন্যাপথলে বিয়োজিত করে। β-ন্যাপথলের চক্‌চকে স্ফটিক রম্বাস-আকৃতির (গলনাংক 123°); প্রকৃতি ও বিক্রিয়া α-ন্যাপথলের মত। ইহাও স্টীমে উদ্বায়ী ও উত্তাপে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। α- ও β-ন্যাপথলের প্রধান প্রয়োগ অ্যাজো-রঞ্জক উৎপাদনে; α- অপেক্ষা β-ন্যাপথলের চাহিদা অনেক বেশী। β-ন্যাপথলের স্যালিসিলিক এস্টার (বিটল) অন্ত্রের জীবাণু-নাশক ঔষধ।

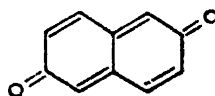
ন্যাপথাকুইনোন, $O=C_{10}H_6=O$, α- ও β-, যথাক্রমে অরথো- ও প্যারা-বেনজোকুইনোনের অনুরূপ কিন্তু বেনজিন পর্যায়ে অ্যামফি-ন্যাপথাকুইনোনের জুড়ি নাই। ইহার দুইটি কিটো গ্রুপ বিভিন্ন বেনজিন বলয়ে অবস্থিত। ন্যাপথালিনকে ফুটন্ত অ্যাসিটিক অ্যাসিড ও ক্রোমিয়াম ট্রাইঅক্সাইড দ্বারা সরাসরি α- বা 1,4-ন্যাপথাকুইনোনে জারিত করা যায়। উৎপাদনের পরিমাণ মাত্র 22%. শিল্পে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা 4-অ্যামিনো-1-ন্যাপথল হাইড্রোক্লোরাইডকে α-ন্যাপথাকুইনোনে জারিত করা হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 80%. ইহা রঞ্জক উৎপাদনে প্রয়োজন।



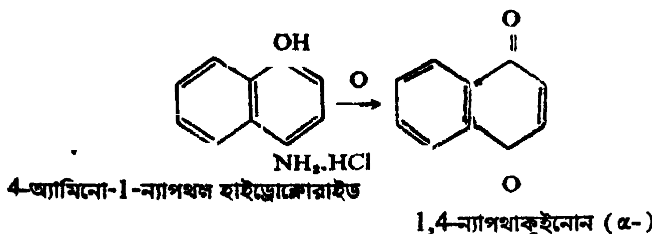
α-ন্যাপথাকুইনোন



β-ন্যাপথাকুইনোন



অ্যামফি-ন্যাপথাকুইনোন

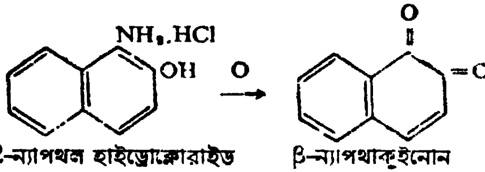


4-অ্যামিনো-1-ন্যাপথল হাইড্রোক্লোরাইড

1,4-ন্যাপথাকুইনোন (α-)

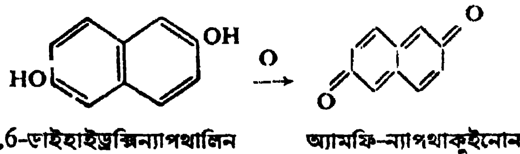
α-ন্যাপথাকুইনোনের হলুদ প্লেট-আকৃতি স্ফটিকের (গলনাংক 125°) গন্ধ ঝাঁঝালো। ইহা স্টীমে উদ্বায়ী; উত্তাপে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। জিংক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইহাকে 1,4-ডাইহাইড্রক্সিন্যাপথালিনে, $HO\text{-}C_{10}H_6\text{-}OH$, বিজারিত, এবং নাইট্রিক অ্যাসিড থ্যালিক অ্যাসিডে, $HOOC\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$, জারিত করে। ভিটামিন K_1 এবং K_2-এর অণুতে α-ন্যাপথাকুইনোন বলয় আছে। মেহেদি পাতার হলুদ রং, লসোন (lawsone), 2-হাইড্রক্সি-1,4-ন্যাপথাকুইনোন। ইহা দিয়া নখ রাঙানো হয়।

β-ন্যাপথাকুইনোন, (1,2-), $O=C_{10}H_6=O$, শিল্পে 1-অ্যামিনো-2-ন্যাপথল হাইড্রোক্লোরাইডকে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত ফেরিক ক্লোরাইড দ্বারা জারিত করিয়া প্রস্তুত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%. ইহার সূচের মত স্ফটিক পীতবর্ণ; 115°-120°-তে গলিবার আগেই বিয়োজিত হয়। β-ন্যাপথাকুইনোন জারিত হয় থলিক অ্যাসিডে ও বিজারিত হয় 1,2-ডাইহাইড্রক্সিন্যাপথালিনে। β-ন্যাপথাকুইনোন গন্ধহীন ও অনুদ্বায়ী; ইহা α-যৌগ অপেক্ষা কম স্থিতিশীল।



1-অ্যামিনো-2-ন্যাপথল হাইড্রোক্লোরাইড β-ন্যাপথাকুইনোন

অ্যামফি-ন্যাপথাকুইনোন, (2,6-), $O=C_{10}H_6=O$. 2,6-ডাইহাইড্রক্সিন্যাপথালিনকে ফুটন্ত বেনজিনে লেড ডাইঅক্সাইড দ্বারা জারিত করিয়া তৈয়ার হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 20%. ন্যাপথালিন-2,6-ডাইসালফোনিক অ্যাসিড ও কস্টিক পটাশ গলাইলে 2,6-ডাইহাইড্রক্সিন্যাপথালিন মিলে। অ্যামফি-ন্যাপথাকুইনোনের স্ফটিক (গলনাংক 130°-135°) কমলা রং-এর; গন্ধহীন ও স্টীমে অনদ্বায়ী। ইহা অস্থিতিশীল; জল, অম্ল ও ক্ষার ইহাকে সহজেই বিয়োজিত করে। α- অথবা β-সমাবয়বী অপেক্ষা ইহা তীব্রতর জারক।



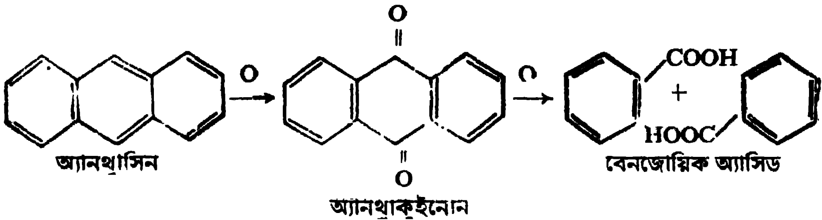
2,6-ডাইহাইড্রক্সিন্যাপথালিন অ্যামফি-ন্যাপথাকুইনোন

অ্যানথ্রাসিন, $C_{14}H_{10}$, আবিষ্কৃত হয় 1832 খৃষ্টাব্দে আলকাতরায় (*anthrax*, কয়লা); পরিমাণ মাত্র 0.3-1%.

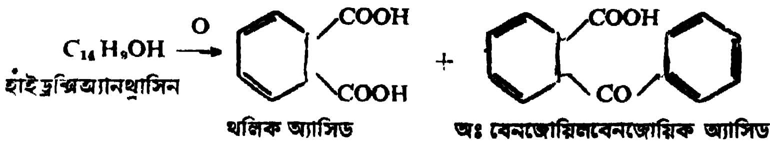
প্রস্তুত প্রণালী: আলকাতরার গ্রীন অয়েল বা অ্যানথ্রাসিন অয়েলে 5-10% অ্যানথ্রাসিন এবং সঙ্গে ফেনানথ্রিন (অ্যানথ্রাসিনের সমাবয়বী), কার্বাজোল, $(C_6H_4)_2NH$, অ্যাসিন্যাপথিন প্রভৃতি থাকে। চৌবাচ্চায় এক সপ্তাহ রাখিলে অ্যানথ্রাসিন ধীরে ধীরে পিণ্ডাকারে অধঃক্ষিপ্ত হয়। গরম অবস্থায় প্রেসে চাপিলে ইহা হইতে তরল ও নিম্ন-গলনাংক-বিশিষ্ট কঠিন পদার্থ বাহির হইয়া যায়। এই অশোধিত অ্যানথ্রাসিনে 20% অ্যানথ্রাসিন ও ফেনানথ্রিন, কার্বাজোল প্রভৃতি থাকে। পিণ্ড চূর্ণ করিয়া ন্যাপথা দ্রাবকে অধিকাংশ ফেনানথ্রিন, এবং পিরিডিনে কার্বাজোল দ্রবীভূত করিয়া অপসারিত হয়। ইহাতে অ্যানথ্রাসিনের বিশুদ্ধতা 40-45%-এ উঠে। গরম পিরিডিন হইতে কেলাসিত করিলে প্রায় বিশুদ্ধ অ্যানথ্রাসিন পাওয়া যায়। ঊর্ধ্ব-পাতন কিংবা স্টীম পাতনে বিশুদ্ধ অ্যানথ্রাসিন মিলে।

ধর্ম : অ্যানথ্রাসিনের বিশুদ্ধ বর্ণহীন, চক্চকে, প্লেট-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 216°; স্ফুটনাংক 340°) হইতে অতি-বেগুনী আলোতে নীল বর্ণের সুদৃশ্য প্রতিপ্রভা (fluorescence) বিচ্ছুরিত হয়। আলকাতরার অন্য হাইড্রোকার্বন মিশানো থাকিলে ইহা পীতাভ সবুজ দেখায় অথবা প্রতিপ্রভা অদৃশ্য হয়। অ্যানথ্রাসিন জলে অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে সামান্য দ্রবণীয় এবং গরম বেনজিন, পিরিডিন ও টলুইনে দ্রবণীয়। পিকরিক অ্যাসিড ও অ্যানথ্রাসিনের অ্যাসিটোন (কিংবা অ্যালকোহলীয়) সংপৃক্ত দ্রবণ মিশাইলে উজ্জ্বল, গাঢ় লাল অ্যানথ্রাসিন পিকরেটের স্ফটিক (গলনাংক 139°) দেখা দেয়। ইহা অ্যানথ্রাসিনকে সহজে শনাক্ত করিতে সাহায্য করে।

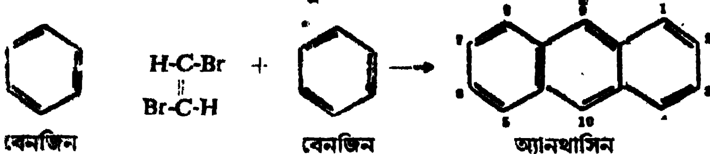
আণবিক গঠন : অ্যানথ্রাসিনের অ্যারোমেটিক বৈশিষ্ট্য আছে কিন্তু বেনজিন ও ন্যাপথালিনের সহিত ইহার প্রধান পার্থক্য এই যে ইহা এক অণু হাইড্রোজেন অথবা হ্যালোজেন সংযোজন করিয়া স্থিতিশীল যৌগ গঠন করে। 1870 খৃষ্টাব্দে গ্রিবে ও লিবারম্যান ঘোষণা করেন পাশাপাশি এবং এক সরল রেখায় অবস্থিত তিনটি বেনজিন বলয়ের সমবায়ে অ্যানথ্রাসিন অণু গঠিত। পরে অ্যানথ্রাসিনের বিয়োজন ও সংশ্লেষণ দ্বারা ইহা সঠিক প্রতিপন্ন হইয়াছে। এক অণু অ্যানথ্রাকুইনোন (অ্যানথ্রাসিনের জারণে পাওয়া) হইতে কস্টিক পটাশসহ গলানোর ফলে দুই অণু বেনজোয়িক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ইহাতে অ্যানথ্রাসিনে অন্ততঃ দুইটি বেনজিন বলয়ের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়।



হাইড্রক্সিঅ্যানথ্রাসিন জারণে থলিক অ্যাসিড ও অরথো-বেনজোয়িলবেনজোয়িক অ্যাসিড গঠন করে। ইহা তৃতীয় বেনজিন বলয়ের উপস্থিতি সূচিত করে।



সংশ্লেষণ : অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে বেনজিন ও ডাইব্রোমোইথিলিন হইতে ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়ায় অ্যানথ্রাসিন পাওয়া যায়।



বেনজিন ও ন্যাপথালিনের মত অ্যানথ্রাসিনের প্রকৃত আণবিক গঠন একাধিক সংস্পন্দনশীল গঠনের সংকর (ইহার সংস্পন্দন শক্তির পরিমাণ 84 kcal/mole).

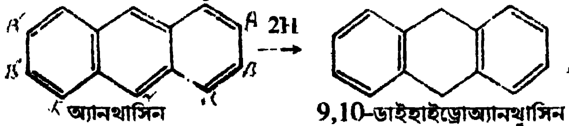


অ্যানথ্রাসিনের 9,10- (মেসো-) অবস্থান সর্বাধিক সক্রিয়; সংযোজন এবং প্রতিস্থাপন সাধারণতঃ এই দুই স্থানে ঘটে। ইহার কারণ এই বিক্রিয়ায় অ্যানথ্রাসিনে দুইটি পূর্ণাঙ্গ, স্থিতিশীল বেনজিন বলয়ের সৃষ্টি হয় (ইহাদের সংস্পন্দন শক্তি $= 2 \times 36 = 72$ kcal/mole). মধ্যবর্তী বলয়ের এই শক্তি মাত্র 84-72 = 12 kcal/mole. ইহার স্থিতিশীলতা বেনজিনের তুলনায় অনেক কম। তাই ইহা অধিকতর সক্রিয়।

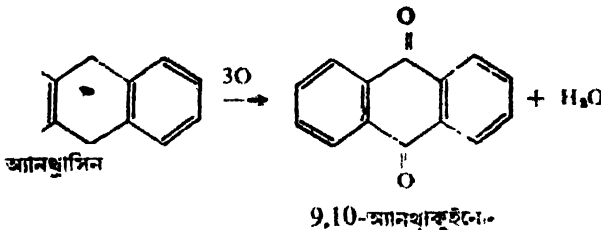
ব্যবহার. অ্যানথ্রাসিন অ্যানথ্রাকুইনোন (রঞ্জন-দ্রব্যের জন্য) এবং কীট-নাশক বিষ উৎপাদনে লাগে।

বিক্রিয়া: অ্যানথ্রাসিন অণুর একটি হাইড্রোজেন অপর কোন পরমাণু বা গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে, তিনটি সমাবয়বী যৌগ উৎপন্ন হইতে পারে, যথা α-, β- ও γ-. 1, 4, 5 বা 8-স্থানের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইলে, α-, 2, 3, 6 বা 7-স্থানের হইলে β- এবং 9 বা 10-স্থানের হইলে γ-যৌগ উৎপন্ন হয়।

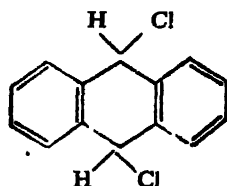
(১) **বিজারণ:** জায়মান হাইড্রোজেন (সোডিয়াম ও ইথাইল অ্যালকোহল হইতে) অ্যানথ্রাসিনের 9- ও 10-স্থানে সংযোজিত হইয়া স্থিতিশীল 9,10-ডাইহাইড্রো-অ্যানথ্রাসিন, $C_{14}H_{12}$, (গলনাংক 180°) গঠন করে। ইহাকে পুনরায় অ্যানথ্রাসিনে জারিত করা কঠিন। র‍্যানি নিকেল ও হাইড্রোজেন অ্যানথ্রাসিনকে প্রথমে 1,2,3,4-টেট্রাহাইড্রোঅ্যানথ্রাসিনে (গলনাংক 104°) এবং পরিশেষে 1,2,3,4,5,6,7,8-অকটাহাইড্রো-অ্যানথ্রাসিনে (গলনাংক 74°) বিজারিত করে।



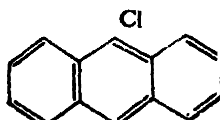
(২) **জারণ:** গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড, অথবা ফুটন্ত সালফিউরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম ডাইক্রোমেট অ্যানথ্রাসিনকে দ্রুত 9,10-অ্যানথ্রাকুইনোনে জারিত করে।



(৩) **হ্যালোজেনেশন :** হিম শীতল কার্বন ডাইসালফাইড দ্রবণে অ্যানথ্রাসিন ও ক্লোরিন অস্থিতিশীল অ্যানথ্রাসিন-9,10-ডাইক্লোরাইড গঠন করে। ব্রোমিনের বিক্রিয়া অনুরূপ। সাধারণ তাপাংকে ধীরে ধীরে, এবং গরম অবস্থায় দ্রুত গতিতে ইহারা ক্লোরো- (বা ব্রোমো-) অ্যানথ্রাসিন এবং 9,10-ডাইক্লোরো- বা ডাইব্রোমো-অ্যানথ্রাসিনে রূপান্তরিত হয়।

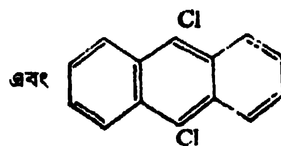


অ্যানথ্রাসিন-9,10-ডাইক্লোরাইড



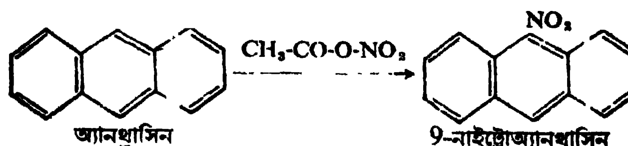
9-ক্লোরোঅ্যানথ্রাসিন

এবং

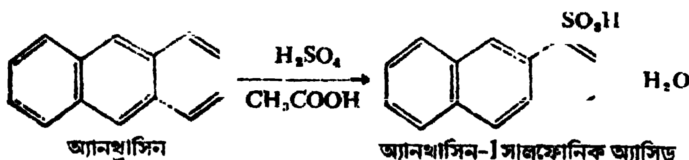


9,10-ডাইক্লোরোঅ্যানথ্রাসিন

(৪) **নাইট্রেশন :** নাইট্রিক অ্যাসিড অ্যানথ্রাসিনকে নাইট্রেশন না করিয়া 9,10-অ্যানথ্রাকুইনোনে জারিত করে। অ্যাসিটিল নাইট্রেট, CH_3-CO-O-NO_2, (অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে) এবং অ্যানথ্রাসিন স্থিতিশীল 9-নাইট্রোঅ্যানথ্রাসিন (গলনাংক 146°) গঠন করে।

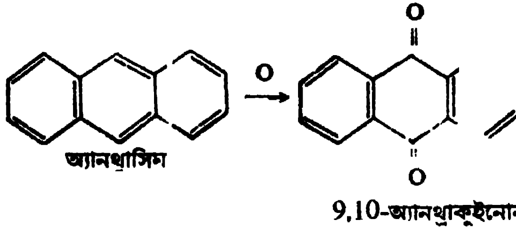


(৫) **সালফোনেশন :** অ্যাসিটিক অ্যাসিড দ্রবণে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড এবং অ্যানথ্রাসিন হইতে প্রধানতঃ অ্যানথ্রাসিন-1-সালফোনিক অ্যাসিড ও সামান্য অ্যানথ্রাসিন-2-সালফোনিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। ফুটন্ত জলে বেরিয়াম অ্যানথ্রাসিন-1-সালফোনেট দ্রবণীয় কিন্তু বেরিয়াম অ্যানথ্রাসিন-2-সালফোনেট প্রায় অদ্রবণীয়। অতএব ইহাদিগকে পৃথক করা চলে। ইহাদের কোন বাণিজ্যিক গুরুত্ব নাই।

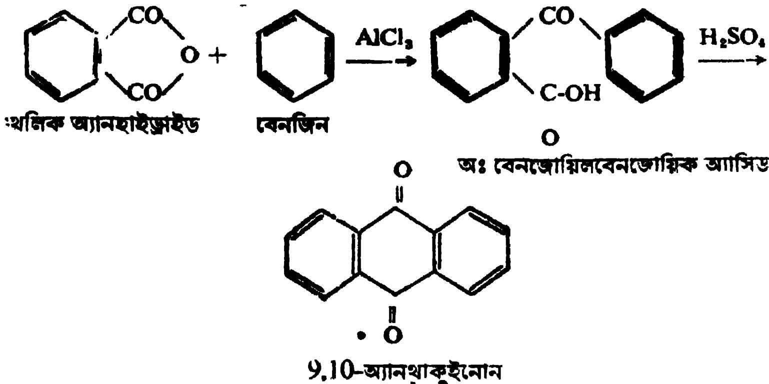


9,10-অ্যানথ্রাকুইনোন, O=$C_{14}H_8$=O, অ্যানথ্রাসিন চূর্ণ (10 g) ও নির্জল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (100 cc) খাড়া-কনডেনসারযুক্ত কাঁচ কুপীতে লইয়া তাঁহাতে ফুটন্ত অবস্থায় বিয়োজী ফানেল হইতে ধীরে ধীরে ক্রোমিয়াম ট্রাইঅক্সাইড (20 g), জল (15 cc) ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডের (50 cc) মিশ্রণ মিশানো হয়। আধ ঘন্টা ফুটানোর পর সমগ্র মিশ্রণ জলে (500 cc) ঢালিলে 9,10-অ্যানথ্রাকুইনোন অধঃক্ষিপ্ত হয়। লঘু কস্টিক

সোডা দ্রবণ ও গরম জল দ্বারা ধুইবার পর নির্জল অবস্থায় ঊর্ধ্ব-পাতন করিলে বিশুদ্ধ অ্যানথ্রাকুইনোন পাওয়া যায়।



শিল্পে ফ্রিডেল-ক্রাফটস বিক্রিয়ায় থলিক অ্যানহাইড্রাইড ও বেনজিন নির্জল অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতিতে 50°-60°-তে প্রথমে অঃ বেনজোয়িলবেনজোয়িক অ্যাসিডে রূপান্তরিত করা হয়। 115°-150°-তে ইহাকে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডসহ গরম করিলে 9,10-অ্যানথ্রাকুইনোন উৎপন্ন হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 95%; বিশুদ্ধতা উচ্চ মানের।



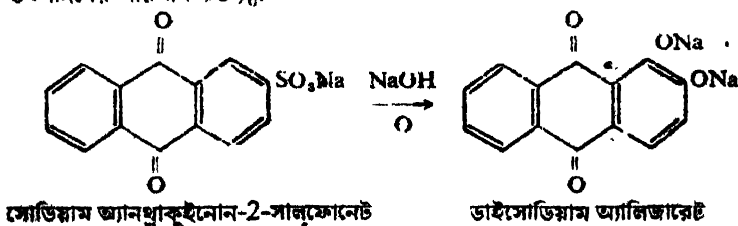
এই ভাবে উৎপন্ন অ্যানথ্রাকুইনোন বিশুদ্ধ অ্যানথ্রাসিন হইতে সরাসরি জারিত করিয়া (বায়ু দ্বারা উচ্চ তাপাংকে ভ্যানাডিয়াম পেন্টক্সাইডের উপস্থিতিতে) তৈয়ারী অ্যানথ্রাকুইনোন অপেক্ষা দামে শস্তা; পুরাতন শিল্পোৎপাদন পদ্ধতি এখন অচল। আলকাতরার অ্যানথ্রাসিনের শোধন ব্যয় অত্যধিক।

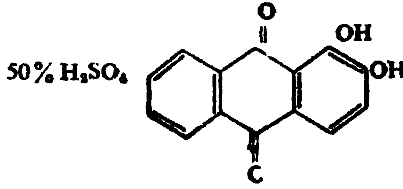
ধর্ম: অ্যানথ্রাকুইনোনের হাল্কা হলুদ, সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 286°; স্ফুটনাংক 382°) গলনাংকের উচ্চতর তাপাংকে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। ইহা জলে অদ্রবণীয়, অ্যালকোহল ও ইথারে সামান্য দ্রবণীয় এবং অ্যাসিটোন, ফুটন্ত বেনজিন অথবা গ্লেসিয়াল অ্যাসিটিক অ্যাসিডে সহজে দ্রবণীয়। ইহা গন্ধহীন এবং স্টীমে অনুদ্বায়ী। বেনজোকুইনোন অথবা ন্যাপথাকুইনোনের তুলনায় ইহা যথেষ্ট নিষ্ক্রিয়। সালফিউরাস অ্যাসিড ইহাকে বিজারিত করে না। ইহা জারক নয়; আম্লিক পটাশিয়াম আইয়োডাইড হইতে আইয়োডিন

বিচ্ছিন্ন করিতে পারে না। অ্যানথ্রাকুইনোন, হাইড্রক্সিলঅ্যামিন হাইড্রোক্লোরাইড ও পিরিডিন প্রবল উত্তাপে অ্যানথ্রাকুইনোন মনোঅক্সাইম গঠন করে (ডাইঅক্সাইম নয়)। তীব্র বিজারক (যথা ক্ষারীয় সোডিয়াম হাইড্রোসালফাইট) অ্যানথ্রাকুইনোনকে 9,10-ডাইহাইড্রক্সিঅ্যানথ্রাকুইনোন বা অ্যানথ্রাকুইনলে, $HO\text{-}C_{14}H_8\text{-}OH$, বিজারিত করে। অ্যানথ্রাকুইনোন ক্লোরিন অথবা ব্রোমিন সংযোজন করে না; নাইট্রিক অ্যাসিড ইহাকে 1-নাইট্রোঅ্যানথ্রাকুইনোনে রূপান্তরিত করে, কিন্তু জারিত করে না। ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড 150°-তে ইহাকে প্রধানতঃ অ্যানথ্রাকুইনোন-2-সালফোনেটে পরিণত করে। দুই পাশের দুইটি পূর্ণাঙ্গ বেনজিন বলয় মধ্যবর্তী কুইনোনয়েড বলয়কে স্থিতিশীল করিয়া রাখিয়াছে—সহজে ইহাকে ভাঙ্গা যায় না।

ইদানীং শস্তায় হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড (সুতী বস্ত্র শিল্পের নিরাপদ বিরঞ্জক) উৎপাদনে 2-ইথাইল-অ্যানথ্রাকুইনোন ব্যবহৃত হইতেছে। অনুঘটক ও হাইড্রোজেন ইহাকে 2-ইথাইলঅ্যানথ্রাকুইনলে বিজারিত করে, যাহাকে বায়ু পুনরায় জারিত করে হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড ও 2-ইথাইলঅ্যানথ্রাকুইনোনে।

অ্যালিজারিন, 1,2-ডাইহাইড্রক্সিঅ্যানথ্রাকুইনোন, $HO\text{-}C_{14}H_6O_2\text{-}OH$, তুর্কী লাল (Turkey Red) রঞ্জকরূপে প্রাচীন ইউরোপে সুপরিচিত ছিল। মঞ্জিষ্ঠা গুল্মের মূলে গ্লুকোসাইড, রুবেরিথ্রিক অ্যাসিডে (ruberythric acid) ইহা পাওয়া যায়; ফ্রান্সে এক কালে ইহার ব্যাপক চাষ হইত, কৃত্রিম রং তখনও বাজারে আসে নাই। জার্মানীতে শস্তায় কৃত্রিম অ্যালিজারিন উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে মঞ্জিষ্ঠার চাষ বন্ধ হইয়া যায়। এ দেশে কৃত্রিম নীল তৈয়ারীর পর ভারতবর্ষে নীলের চাষও এই ভাবে লোপ পায়। মঞ্জিষ্ঠার মূল হইতে প্রবল উত্তাপে উজ্জ্বল লাল সূচ-আকৃতি অ্যালিজারিন স্ফটিক ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। শিল্পে 180°-200° তাপাংকে 10 গুণ বায়ু চাপে সোডিয়াম ক্লোরেটের (জারক) উপস্থিতিতে সোডিয়াম অ্যানথ্রাকুইনোন-2-সালফোনেট (অ্যানথ্রাকুইনোন হইতে প্রস্তুত) ও কস্টিক সোডা (50% জলীয়) গলানো হয়। অ্যানথ্রাসিন বলয়ের 2-স্থানের সালফোনিক অ্যাসিড গ্রুপ এই বিক্রিয়ায় হাইড্রক্সিল গ্রুপ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং সেই সঙ্গে সোডিয়াম ক্লোরেটের জারণে 1-স্থানে আরও একটি হাইড্রক্সিল গ্রুপ গঠিত হয়। ফলে ডাইসোডিয়াম অ্যালিজারেট পাওয়া যায়। 50% সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা অম্লীকৃত করিলে মুক্ত অ্যালিজারিন অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহা জলে ধুইলে সোডিয়াম সালফেট অপসারিত হয়। উৎপাদনের পরিমাণ 90%.





অ্যালিজারিন

ধর্ম : অ্যালিজারিনের সূক্ষ্ম সূচ-আকৃতি স্ফটিক (গলনাংক 289°) গাঢ় লাল ; অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়, জলে প্রায় অদ্রবণীয়। ইহা উত্তাপে ঊর্ধ্ব-পাতিত হয়। জলীয় কস্টিক সোডায় ইহার দ্রবণ বেগুনী; ইহাতে বিবিধ ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণ মিশাইলে অদ্রবণীয় ধাতব অ্যালিজারেট (বা লেক, lake) গঠিত হয়। ইহাদের বর্ণ বিভিন্ন, যেমন অ্যালুমিনিয়াম লেক টকটকে লাল (Turkey Red), ফেরাস লেক কৃষ্ণাভ বেগুনী, ফেরিক লেক বাদামী-কালো, ক্যালশিয়াম লেক চুনির মত লাল ; ম্যাগনেশিয়াম লেক নীল ইত্যাদি। সূতী বস্ত্র (সেলুলোজ) সরাসরি অ্যালিজারিন দ্বারা রং করা চলে না। জলীয় টারকি রেড্ অয়েলে (সালফোনেটেড ক্যাস্টর অয়েল) ইহা প্রথমে ডুবানো হয়; শুকানোর পর বস্ত্র অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিটেটের জলীয় দ্রবণে ডুবাইয়া পরে ফুটন্ত জলে লম্বমান অ্যালিজারিনে ডুবাইলে অদ্রবণীয় টক্‌টকে লাল অ্যালুমিনিয়াম অ্যালিজারেট (বা লেক) অতি সূক্ষ্ম কণিকার আকারে বস্ত্রের সর্বত্র অধঃক্ষিপ্ত হয়; আঁশের সহিত ইহার বন্ধন সুদৃঢ়। বার বার কাচিলেও ইহা বিরঞ্জিত বা ফ্যাকাশে হয় না। আলোতেও ইহা অপরিবর্তিত থাকে। অ্যালিজারিনের (ও নীলের) এত আদর রং-এর এই স্থিতিশীলতার জন্য। অ্যালিজারিন হইতে অন্যান্য রঞ্জক উৎপন্ন হয় যেমন 3-নাইট্রোঅ্যালিজারিন কমলা, এবং পিরিডিনোঅ্যালিজারিন নীল।

প্রশ্নমালা

১। আলকাতরা হইতে ন্যাপথালিন নিষ্কাশনের পদ্ধতি বর্ণনা কর। (i) সালফিউরিক অ্যাসিড, (ii) নাইট্রিক অ্যাসিড, (iii) ক্রোমিক অ্যাসিড এবং (iv) সোডিয়াম ও অ্যালকোহলের সহিত ইহার কি বিক্রিয়া ঘটে ?

২। মিশ্রণের আকারে অ্যাসিটোন, ফিনল ও ন্যাপথালিন থাকিলে কি উপায়ে ইহাদিগকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করিবে ? ইহাদের শনাক্তকরণের সহজ পন্থা কি ?

৩। আলকাতরা হইতে অ্যানথ্রাসিন পাইবার বিবরণ দাও। ইহার প্রধান প্রয়োগ কি ?

৪। অ্যালিজারিন কি পদ্ধতিতে তৈয়ার হয় ? ইহার বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর। সূতীবস্ত্র টারকি রেড দ্বারা রং করা হয় কি ভাবে ?

৫। বেনজিন ও ন্যাপথালিনের প্রকৃতিগত সাদৃশ্য ও বৈষম্য আলোচনা কর।

৬। ন্যাপথালিন হইতে α-ন্যাপথল, β-ন্যাপথাইলঅ্যামিন ও 1,2-ন্যাপথাকুইনোনের প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর।

প্রশ্নোত্তর

অধ্যায় ২ প্রঃ ৫ 19.60 cc
প্রঃ ৬ CH_4ON_2
প্রঃ ৭ $C_4H_8O_2$
প্রঃ ৮ C_6H_4BrO
প্রঃ ৯ $C_3H_5O_2Ag$
প্রঃ ১০ C_3H_9N
প্রঃ ১১ C_2H_4

অধ্যায় ৪ প্রঃ ৪ C_2H_6
প্রঃ ৯ C_3H_6; প্রপিলিন, $CH_3\text{-}CH{=}CH_2$
প্রঃ ১৪ C_4H_9I; নঃ বিউটাইল আইয়োডাইড, $CH_3\text{-}CH_2CH_2CH_2I$; আইসোবিউটাইল আইয়োডাইড, $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2I$, বা টারশিয়ারী বিউটাইল আইয়োডাইড, $(CH_3)_3CI$.
প্রঃ ১৬ মিথেন = 60%; ইথেন = 40%

অধ্যায় ৫ প্রঃ ৬ ইথিলিন ডাইক্লোরাইড, $CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$; ইথিলিডিন ক্লোরাইড, $CH_3\text{-}CHCl_2$.
প্রঃ ৭ প্রপিলিন, $CH_3\text{-}CH{=}CH_2$
প্রঃ ১০ $CH_3\text{-}CHBr_2$ এবং $CH_2Br\text{-}CH_2Br$

অধ্যায় ৬ প্রঃ ১০ $X = CH_3\text{-}CH_2OH$ এবং $Y = CH_3CHO$
প্রঃ ১৩ 44

অধ্যায় ৭ প্রঃ ৪ $CH_3\text{-}O\text{-}C_2H_5$
প্রঃ ৫ ডাই-ইথাইল ইথার, $C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5$.

অধ্যায় ৮ প্রঃ ৯ $C_2H_5\text{-}CO\text{-}CH_3$.
প্রঃ ১০ অ্যাসিট্যাল, $CH_3\text{-}CH(OC_2H_5)_2$.

অধ্যায় ৯ প্রঃ ৭ (i) $CH_2Cl\text{-}COCl$ এবং (ii) $CH_2Cl\text{-}COOH$.
প্রঃ ১০ $CH_3\text{-}COO\text{-}C_2H_5$ অথবা $H\text{-}COO\text{-}CH(CH_3)_2$.
প্রঃ ১৬ $CH_3\text{-}CO\text{-}NH_2$.

অধ্যায় ১০ প্রঃ ৬ $C_3H_7NH_2$.

অধ্যায় ১১ প্রঃ ৬ $X = CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$, $Y = CH_3\text{-}CO\text{-}COOH$ এবং $Z = CH_3\text{-}C(=N\text{-}NH\text{-}C_6H_5)\text{-}COOH$.

অধ্যায় ১২ প্রঃ CON_2H_4.

অধ্যায় ১৪ প্রঃ $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$.

অধ্যায় ১৬ প্রঃ $A = C_6H_5\text{-}CH_3$ এবং $B = C_6H_5\text{-}CHCl_2$

অধ্যায় ১৭ প্রঃ $A = C_6H_4(CH_3)Cl$ এবং $B = C_6H_4(COOH)Cl$.

অধ্যায় ১৮ প্রঃ $C_6H_5\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH_3$.
প্রঃ $A = CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH_2$ এবং $B = CH_3\text{-}C_6H_4\text{-}NH\text{-}CO\text{-}CH_3$.

অধ্যায় ২০ প্রঃ ১০ আণবিক গুরুত্ব 122, আণবিক সংকেত $C_6H_5\text{-}COOH$.
প্রঃ ১১ $A = HO\text{-}C_6H_4\text{-}COOH$ ও $B = C_6H_5\text{-}OH$
প্রঃ ১২ $A = C_6H_5\text{-}CO\text{-}NH_2$, $B = C_6H_5\text{-}COOH$

সূচীপত্র